

1. 1. Ας υποθέσουμε ότι κατά τα πρώτα 10 s αντιδρούν x mol του A (στον πίνακα οι ποσότητες σε mol):

	$A + 3B \rightarrow 2\Gamma$		
αρχικά	0,4	0,9	
αντιδρούν	$-x$	$-3x$	
παράγονται			$+2x$
$t_1 = 10$ s	$0,4-x$	$0,9-3x$	$2x$

Όμως δίνεται: $0,4-x=0,3 \Rightarrow x=0,1$

Επομένως, τη στιγμή t_1 :

$[A]=0,03$ M, $[B]=0,06$ M, $[\Gamma]=0,02$ M

2. Όταν αντιδρά 1 mol A, εκλύεται θερμότητα 100 kJ. Αφού αντέδρασαν 0,1 mol A, εκλύθηκε θερμότητα 10 kJ.

3.

$$v_B = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{0,06 - 0,09}{10} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} =$$

$$= 0,003 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

$$v_\Gamma = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{0,02 - 0}{10} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} =$$

$$= 0,002 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

4.

$$v = \frac{1}{2} v_\Gamma = 0,001 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

5. Η πίεση είναι πιο μικρή από την αρχική, επειδή κατά την αντίδραση λιγοστεύει ο συνολικός αριθμός mol αερίων στο δοχείο (από κάθε 4 mol αντιδρώντων παράγονται 2 mol προϊόντων).

6.

$$v = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} = -\frac{1}{3} \frac{[B]_{\text{τελ}} - 0,06}{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [B]_{\text{τελ}} = 0,045 \text{ M}$$

Άρα, τη στιγμή t_2 περιέχονται στο δοχείο ($V = 10$ L) 0,45 mol του B.

2. 1. Προφανώς στα αντιδρώντα αντιστοιχούν οι καμπύλες (2) και (4), ενώ στα προϊόντα οι καμπύλες (1) και (3).

Με βάση τους συντελεστές της αντίδρασης, η ελάττωση της συγκέντρωσης της ουσίας B πρέπει να είναι διπλάσια από αυτήν της A. Άρα, η (2) αντιστοιχεί στην ουσία A και η (4) στην B.

Με βάση και πάλι τους συντελεστές της αντίδρασης, η αύξηση της συγκέντρωσης της ουσίας Γ πρέπει να είναι τριπλάσια από αυτήν της Δ. Άρα, η (1) αντιστοιχεί στην ουσία Γ και η (3) στην Δ.

2.

$$v_B = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{0 - 0,6}{5} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} =$$

$$= 0,12 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

3.

$$v_\Gamma = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{0,9 - 0}{5} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} =$$

$$= 0,18 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

4.

$$v = \frac{1}{3} v_\Gamma = 0,06 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

5. Τη χρονική στιγμή 5 min η ταχύτητα της αντίδρασης είναι 0 (η αντίδραση έχει σταματήσει, αφού έχει εξαντληθεί η ουσία B).

3. 1. Προφανώς η καμπύλη (1) αντιστοιχεί σε κάποιο προϊόν, ενώ η (2) σε κάποιο αντιδρών.

Η (1) δείχνει ότι η συγκέντρωση αυτού του προϊόντος αυξήθηκε κατά 0,6 M και η (2) δείχνει ότι η συγκέντρωση αυτού του αντιδρώντος ελαττώθηκε κατά 0,9 M. Δηλαδή η αύξηση της συγκέντρωσης του προϊόντος είναι τα δύο τρίτα της ελάττωσης της συγκέντρωσης του αντιδρώντος.

Συμπέρασμα: Η (1) αντιστοιχεί στο αέριο Γ και η (2) στο αέριο B, διότι (όπως φαίνεται από τους συντελεστές της αντίδρασης) μόνο για αυτά τα δύο αέρια οι συγκεντρώσεις μεταβάλλονται με αναλογία 2:3.

2.

$$v_B = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{0,1 - 1,0 \text{ mol}}{100 \text{ L} \cdot \text{s}} =$$

$$= 0,009 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

3 & 4. Εφόσον:

$$v = \frac{1}{3} v_B = v_\Delta$$

προκύπτει:

$$v = v_\Delta = 0,003 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

5. Η τελική συγκέντρωση του αερίου B είναι 0,1 M.

Ερώτηση: Γιατί το αέριο B δεν αντέδρασε πλήρως;

Απάντηση: Είχε εξαντληθεί το αέριο A, δηλαδή τη στιγμή 100 s η συγκέντρωση του A είχε μηδενιστεί.

Όμως, αφού η συγκέντρωση του B μεταβλήθηκε κατά 0,9 M (από 1 M σε 0,1 M), η συγκέντρωση του A (βάσει των συντελεστών) πρέπει να μεταβλήθηκε κατά 0,3 M (το ένα τρίτο). Άρα, εφόσον η τελική συγκέντρωση του A είναι μηδέν, πρέπει η αρχική του συγκέντρωση να ήταν 0,3 M. Συνεπώς, στο δοχείο των 10 L, αρχικά είχαν εισαχθεί 3 mol του αερίου A.

6. Όταν αντιδρά 1 mol A, απορροφάται θερμότητα 80 kJ. Αφού αντέδρασαν 3 mol A (όλη η ποσότητα που εισήχθη στο δοχείο), απορροφήθηκε θερμότητα 240 kJ.

4. I-1. Κατά το πρώτο λεπτό:

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{0,12 - 0,20 \text{ mol}}{1 \text{ L} \cdot \text{min}}$$

$$= 0,08 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

Κατά το δεύτερο λεπτό:

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{0,06 - 0,12 \text{ mol}}{1 \text{ L} \cdot \text{min}}$$

$$= 0,06 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

I-2. Κατά το τρίτο λεπτό:

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,03 = -\frac{[A]_{\text{τελ}} - 0,06}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [A]_{\text{τελ}} = 0,03 \text{ M}$$

II. Ας υποθέσουμε ότι κατά τα πρώτα 5 s αντιδρούν x mol/L του Δ (στον πίνακα φαίνονται οι συγκεντρώσεις):

	Δ	+	Ε	→	2Ζ
αρχικά	1		2		
αντιδρούν	-x		-x		
παράγονται					+2x
t = 5 s	1-x		2-x		2x

Από την ταχύτητα που δίνεται:

$$v = \frac{1 \Delta[Z]}{2 \Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,02 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2x - 0}{5} \Rightarrow x = 0,1$$

Επομένως, τη στιγμή t = 5 s:

$$[\Delta]=0,9 \text{ M}, [E]=1,9 \text{ M}, [Z]=0,2 \text{ M}$$

5. I-1. Έστω x M η αρχική συγκέντρωση του A και ψ M η αρχική συγκέντρωση του B. Έστω ακόμη ότι κατά τα πρώτα 5 min αντιδρούν ω mol/L του A. Κατασκευάζουμε τον επόμενο πίνακα (στον οποίο φαίνονται οι συγκεντρώσεις):

	A	+	3B	→	2Γ
αρχικά	x		ψ		
αντιδρούν	-ω		-3ω		
παράγονται					+2ω
t = 5 min	x-ω		ψ-3ω		2ω

Όμως δίνεται: x-ω = 1, ψ-3ω = 1,5 και 2ω = 1,2.

Προκύπτει: ω=0,6, x=1,6 και ψ=3,3.

Άρα, η αρχική συγκέντρωση του A ήταν 1,6 M και του B ήταν 3,3 M.

I-2. Κατά τα πρώτα 5 min:

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1 - 1,6}{5} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

$$= 0,12 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

I-3. Ας υποθέσουμε ότι κατά το χρονικό διάστημα από τη στιγμή 5 min μέχρι τη στιγμή 10 min αντιδρούν φ mol/L του A. Τότε (συγκεντρώσεις):

	A	+	3B	→	2Γ
t = 5 min	1		1,5		1,2
αντιδρούν	- φ		-3 φ		
παράγονται					+2 φ
t = 10 min	1- φ		1,5-3 φ		1,2+2 φ

Από την ταχύτητα που δίνεται:

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,08 = -\frac{(1 - \varphi) - 1}{5} \Rightarrow \varphi = 0,4$$

Επομένως, τη στιγμή t = 10 min:

[A]=0,6 M, [B]=0,3 M, [γ]=2 M

II. Για την ταχύτητα v της αντίδρασης ισχύει:

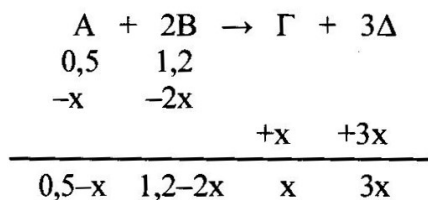
$$v = \frac{1}{2}v_A = v_B = v_\Gamma = \frac{1}{3}v_\Delta$$

Έτσι, προκύπτει:

$$v_B = \frac{1}{2}v_A = 0,15 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

$$v_\Delta = \frac{3}{2}v_A = 0,45 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

6. 1. Αν υποθέσουμε ότι κατά τα πρώτα 10 s αντιδρούν x mol του A, θα έχουμε (οι ποσότητες σε mol):



Άρα τη στιγμή 10 s στο δοχείο υπάρχουν συνολικά: $0,5-x+1,2-2x+x+3x = (1,7+x)$ mol αερίων.

Γράφουμε την καταστατική εξίσωση για το μίγμα των τεσσάρων αερίων στο δοχείο και βρίσκουμε το x:

$$PV = nRT$$

$$7,79 \cdot 10 = (1,7 + x) \cdot 0,082 \cdot 500$$

$$x = 0,2$$

Επομένως, τη στιγμή t = 10 s στο δοχείο υπάρχουν 0,6 mol του Δ.

2.

$$v_B = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{0,8 - \frac{1,2}{10}}{10} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

$$= 0,004 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

3. Ομοίως: $v_\Delta = 0,006 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

4. Ομοίως: $v = 0,002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

5. Όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση, θα έχουν αντιδράσει πλήρως τα 0,5 mol του A με 1 mol του B, θα έχουν παραχθεί 0,5 mol του Γ και 1,5 mol του Δ, ενώ θα έχουν περισσέψει 0,2 mol του B. Άρα στο δοχείο θα περιέχονται συνολικά: $0,5+1,5+0,2 = 2,2$ mol αερίων, που θα ασκούν πίεση:

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{2,2 \cdot 0,082 \cdot 500}{10} \text{ atm} =$$

$$= 9,02 \text{ atm}$$

7. 1. Η καμπύλη δείχνει ότι η συγκέντρωση της ουσίας μηδενίζεται, οπότε αντιστοιχεί στην ουσία B: Εφόσον το αρχικό μίγμα είναι ισομοριακό, θα τελειώσει το B και θα περισσέψει το (μίσο) A.

2.

$$v = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{0 - 0,6 \text{ mol}}{100} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

$$= 0,003 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

3. Αφού η αρχική συγκέντρωση του B ήταν 0,6 M και το δοχείο είχε όγκο 10 L, το αρχικό μίγμα περιείχε 6 mol του B και (αφού ήταν ισομοριακό) 6 mol του A.

Όταν αντιδρούν 2 mol του B, απορροφάται θερμότητα 300 kJ. Αφού αντέδρασαν 6 mol του B (όλη η ποσότητα που εισήχθη στο δοχείο), απορροφήθηκε θερμότητα 900 kJ.

4. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, τη στιγμή $t=15$ s η συγκέντρωση του B είναι 0,3 M, άρα στο δοχείο περιέχονται 3 mol του B. Συνεπώς, από τα αρχικά 6 mol του B έχουν αντιδράσει 3 mol. Αυτά έχουν αντιδράσει με 1,5 mol του A, άρα αυτή τη στιγμή στο δοχείο περιέχονται $6-1,5=4,5$ mol του A.

5. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, τη στιγμή $t=40$ s η συγκέντρωση του B είναι 0,1 M, άρα στο δοχείο περιέχεται 1 mol του B. Συνεπώς, από τα αρχικά 6 mol του B έχουν αντιδράσει 5 mol, οπότε έχουν παραχθεί 5 mol του Γ.

6. Αρχικά στο δοχείο εισήχθησαν 12 mol αερίων (6 του A και 6 του B). Μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης, το δοχείο θα περιέχει συνολικά 9 mol αερίων (6 mol του προϊόντος Γ και 3 mol του A που θα έχουν περισσέψει). Εφόσον ο όγκος του δοχείου και η θερμοκρασία είναι σταθερά, ισχύει (από την καταστατική):

$$\frac{P_{\text{τελ}}}{P_{\text{αρχ}}} = \frac{n_{\text{τελ}}}{n_{\text{αρχ}}} = \frac{9}{12} = 0,75 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{τελ}} = 0,75P_{\text{αρχ}}$$

Άρα, αφού η τελική πίεση είναι τα εβδομήντα πέντε εκατοστά της αρχικής, είναι κατά 25% μικρότερη από την αρχική.

8. 1. Αν το αρχικό μίγμα περιέχει x mol του A και x mol του B, από την καταστατική εξίσωση βρίσκουμε το x :

$$PV = nRT$$

$$2,952 \cdot 10 = 2x \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$x = 0,6$$

Άρα, το αρχικό μίγμα περιείχε 0,6 mol του A και 0,6 mol του B.

2. Όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση, θα έχουν αντιδράσει πλήρως τα 0,6 mol του A με 0,3 mol του B, θα έχουν παραχθεί 0,6 mol του Γ και θα έχουν περισσέψει 0,3 mol του B.

Άρα το δοχείο τελικά θα περιέχει 0,6 mol του Γ και 0,3 mol του B.

3.

$$v_B = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{\frac{0,3}{10} - \frac{0,6}{10}}{5} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} =$$

$$= 0,006 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

$$v_\Gamma = 2v_B = 0,012 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$4. v = v_B = 0,006 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

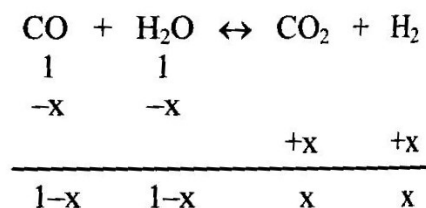
5. Όταν αντιδρούν 2 mol του A, απορροφάται θερμότητα 200 kJ. Αφού αντέδρασαν 0,6 mol του A (όλη η ποσότητα που εισήχθη στο δοχείο), απορροφήθηκε θερμότητα 60 kJ.

6. Στους $\theta^\circ\text{C}$, όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση, το δοχείο θα περιέχει συνολικά 0,9 mol αερίων (0,6 mol του Γ και 0,3 mol του B). Άρα, από την καταστατική εξίσωση, μπορούμε να υπολογίσουμε τη θερμοκρασία:

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{3,69 \cdot 10}{0,9 \cdot 0,082} \text{ K} = 500 \text{ K}$$

$$\text{Άρα: } \theta = 500 - 273 = 227^\circ\text{C}$$

9. 1. Αν υποθέσουμε ότι αντιδρούν x mol CO, θα έχουμε (οι ποσότητες σε mol):



$$\text{Δίνεται: } x:(1-x) = 3:1 \Rightarrow x = 0,75$$

Άρα, στην ισορροπία το δοχείο περιέχει 0,25 mol CO, 0,25 mol H₂O, 0,75 mol CO₂ και 0,75 mol H₂.

2. Αντέδρασαν 0,75 mol CO, ενώ θα μπορούσε να αντιδράσει 1 mol. Άρα η απόδοση ήταν 0,75 = 75%.

3. Όταν αντιδρά 1 mol CO, εκλύεται θερμότητα 240 kJ. Αφού αντέδρασαν 0,75 mol CO, εκλύθηκε θερμότητα 180 kJ.

4. Μετά την αποκατάσταση ισορροπίας, είδαμε ότι το δοχείο περιέχει συνολικά 2 mol αερίων. Άρα, η πίεση είναι:

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{2 \cdot 0,082 \cdot 400}{41} \text{ atm} = 1,6 \text{ atm}$$

5. Με αντικατάσταση:

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = 9$$

6. Έχει τιμή μικρότερη από 9: Με την αύξηση της θερμοκρασίας ευνοείται το ενδόθερμο φαινόμενο. Επομένως, η αντίδραση θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Έτσι, θα αυξηθούν οι συγκεντρώσεις των ουσιών στον παρονομαστή της K_c και θα μειωθούν αυτές των ουσιών του αριθμητή.

7. Από τη χημική εξίσωση προκύπτει:

$$K_c' = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{9}$$

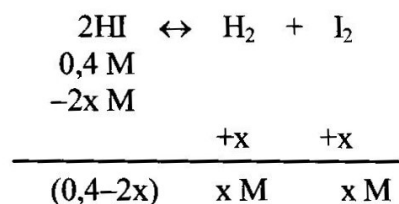
10. 1. Η (I) αντιστοιχεί στο HI (η συγκέντρωσή του ελαττώνεται με τον χρόνο) και η (II) στο I₂ (η συγκέντρωσή του αυξάνεται με τον χρόνο).

2. Θα μπορούσε να διασπαστεί όλο το HI (0,8 M). Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, διασπάστηκε το μισό (0,4 M). Άρα η απόδοση ήταν 50%.

3. Με αντικατάσταση από το διάγραμμα (και [H₂]=[I₂]=0,2 M):

$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{0,2 \cdot 0,2}{0,4^2} = 0,25$$

4. Τώρα η αρχική συγκέντρωση του HI θα είναι 0,4 M (η μισή της προηγούμενης). Έστω ότι θα διασπαστούν 2x M:



Από την K_c βρίσκουμε το x:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} \Rightarrow 0,25 = \frac{x \cdot x}{(0,4 - 2x)^2} \Rightarrow 0,5 = \frac{x}{0,4 - 2x} \Rightarrow x = 0,1$$

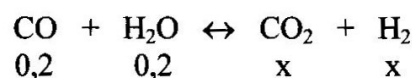
Έτσι:

α) Η απόδοση θα είναι πάλι 50%.

Σημείωση: Η αύξηση του όγκου (από V σε 2V) δεν επηρεάζει την ισορροπία που μελετάμε, επειδή ο αριθμός των mol των αερίων που παράγονται από την αντίδραση είναι ίσος με τον αριθμό των mol των αερίων που αντιδρούν.

β) Στην ισορροπία θα έχουμε ακριβώς τις υποδιπλάσιες από τις προηγούμενες συγκεντρώσεις, δηλαδή 0,2 M για το HI και 0,1 M για τα άλλα δύο αέρια.

11. 1. Τα 5,6 g CO είναι 0,2 mol και τα 3,6 g H₂O είναι επίσης 0,2 mol. Έστω ότι το δοχείο περιέχει ακόμη x mol CO₂ και x mol H₂. Τότε στην ισορροπία (σε mol):



Από την K_c βρίσκουμε το x:

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} \Rightarrow 4 = \frac{\frac{x}{10} \cdot \frac{x}{10}}{\frac{0,2}{10} \cdot \frac{0,2}{10}} \Rightarrow$$

$$x = 0,4 \quad (\text{άρα } 17,6 \text{ g CO}_2)$$

2. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο του δοχείου, η ισορροπία δεν θα επηρεαστεί.

Αυτό επειδή ο αριθμός των mol των αερίων που παράγονται από την αντίδραση είναι ίσος με τον αριθμό των mol των αερίων που αντιδρούν.

Έτσι, στο δοχείο θα υπάρχουν πάλι 0,2 mol CO και αφού ο όγκος είναι 20 L, $[CO] = 0,01 M$.

3. α) Η ποσότητα του υδρογόνου θα ελαττωθεί: Με την αύξηση της θερμοκρασίας θα ευνοηθεί το ενδόθερμο φαινόμενο και η ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά.

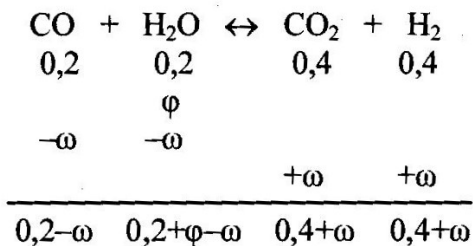
β) Η ποσότητα του υδρογόνου δεν θα μεταβληθεί: Με την ελάττωση του όγκου η πίεση θα αυξηθεί. Το σύστημα θα «ήθελε» να την ελαττώσει, κινούμενο προς τα λιγότερα mol αερίων. Εδώ όμως όσα mol αερίων αντιδρούν τόσα παράγονται, άρα η ισορροπία δεν θα επηρεαστεί.

γ) Η ποσότητα του υδρογόνου θα αυξηθεί: Με την προσθήκη του CO η ισορροπία θα μετατοπιστεί δεξιά.

δ) Η ποσότητα του υδρογόνου θα ελαττωθεί: Με την αφαίρεση H₂O η ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά.

ε) Η ποσότητα του υδρογόνου δεν θα μεταβληθεί: Η εισαγωγή He έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης, αλλά η αύξηση αυτή δεν επέρχεται με μεταβολή του όγκου. Έτσι, οι συγκεντρώσεις των αερίων δεν επηρεάζονται και, αφού ήταν σε ισορροπία, συνεχίζουν να είναι σε ισορροπία.

4. Έστω ότι πρέπει να προστεθούν φ mol H₂O. Η ισορροπία θα μετατοπιστεί δεξιά. Αν υποθέσουμε ότι αντιδρούν ω mol CO μέχρι να αποκατασταθεί ξανά ισορροπία, θα έχουμε (σε mol):



Θέλουμε η τελική συγκέντρωση του υδρογόνου να είναι 0,05 M, οπότε:

$$\frac{0,4 + \omega}{10} = 0,05 \Rightarrow \omega = 0,1$$

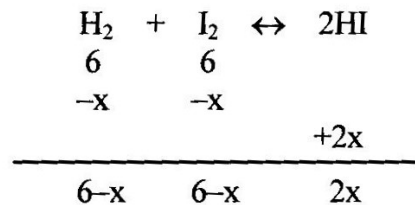
Τώρα από την K_c βρίσκουμε το φ:

$$K_c = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \Rightarrow 4 = \frac{\frac{0,5}{10} \cdot \frac{0,5}{10}}{\frac{0,1}{10} \cdot \frac{0,1 + \varphi}{10}}$$

$$\varphi = 0,525$$

Άρα, στο δοχείο πρέπει να προστεθούν 0,525 mol H₂O, που ζυγίζουν 9,45 g.

12. 1. Έστω ότι αντιδρούν x mol H₂. Θα έχουμε (σε mol):

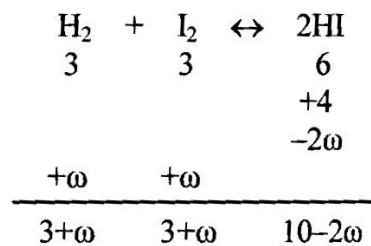


Όμως δίνεται: $2x = 6 \Rightarrow x = 3$

Μπορούμε να υπολογίσουμε την K_c:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{6}{V}\right)^2}{\frac{3}{V} \cdot \frac{3}{V}} = 4$$

2. Με την προσθήκη του HI η ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά. Έστω ότι θα αντιδράσουν 2ω mol HI. Θα έχουμε (σε mol):



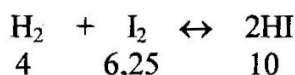
Από την K_c βρίσκουμε το ω:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow 4 = \frac{\left(\frac{10 - 2\omega}{V}\right)^2}{\frac{3 + \omega}{V} \cdot \frac{3 + \omega}{V}}$$

$$2 = \frac{10 - 2\omega}{3 + \omega} \Rightarrow \omega = 1$$

Τελικά το δοχείο θα περιέχει 4 mol H₂.

3. Μετά την προσθήκη, το δοχείο θα περιέχει (σε mol):



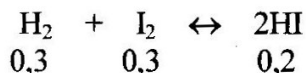
Για να εξετάσουμε προς τα πού θα μετατοπιστεί η ισορροπία (αν μετατοπιστεί), θα υπολογίσουμε το πηλίκο της αντίδρασης Q_c:

$$Q_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{10}{V}\right)^2}{\frac{4}{V} \cdot \frac{6,25}{V}} = 4 = K_c$$

Συμπέρασμα: Οι ποσότητες στο δοχείο, μετά την προσθήκη του HI και του I₂, βρίσκονται σε χημική ισορροπία. Έτσι, το δοχείο θα περιέχει τελικά 4 mol H₂.

4. Παρατηρούμε ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας (από T σε 2T) η σταθερά ισορροπίας αυξήθηκε (από 4 σε 5). Αυτό σημαίνει ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας η αντίδραση μετατοπίστηκε προς τα δεξιά (και έτσι αυξήθηκε ο αριθμητής στη σταθερά). Όμως, η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τα ενδόθερμα φαινόμενα. Συμπέρασμα: Η (1) είναι ενδόθερμη.

5. Τα 0,6 g H₂ είναι 0,3 mol, τα 76,2 g I₂ είναι επίσης 0,3 mol και τα 25,6 g HI είναι 0,2 mol. Δηλαδή στο δοχείο εισήχθησαν οι ποσότητες (σε mol):



Για να δείξουμε ότι οι ποσότητες δεν βρίσκονται σε ισορροπία, θα υπολογίσουμε το πηλίκο της αντίδρασης Q_c:

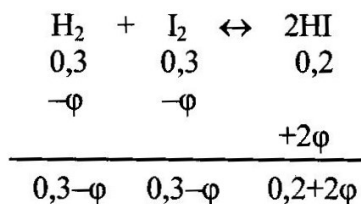
$$Q_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{0,2}{V}\right)^2}{\frac{0,3}{V} \cdot \frac{0,3}{V}} = \frac{4}{9} < K_c$$

Συμπεράσματα:

α) Οι ποσότητες στο δοχείο δεν ισορροπούν.

β) Θα πραγματοποιηθεί η προς τα δεξιά αντίδραση, ώστε το Q_c να αυξηθεί και να εξισωθεί με τη σταθερά K_c (από 4/9 να γίνει 4).

Ας υποθέσουμε ότι, για να αποκατασταθεί ισορροπία, πρέπει να αντιδράσουν φ mol H₂. Θα έχουμε (σε mol):



Από την K_c βρίσκουμε το φ:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \Rightarrow 4 = \frac{\left(\frac{0,2+2\varphi}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,3-\varphi}{V}\right)^2}$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{0,2+2\varphi}{0,3-\varphi} \Rightarrow \varphi = 0,1$$

Άρα, τελικά το δοχείο θα περιέχει 0,2 mol H₂, που ζυγίζουν 0,4 g.

13. 1. Η (3) αντιστοιχεί στο Γ, που είναι προϊόν και η συγκέντρωσή του αυξάνεται. Η (2) αντιστοιχεί στο Α (ελάττωση κατά 0,5 M) και η (1) στο Β (ελάττωση κατά 1,5 M, δηλαδή τριπλάσια του Α).

2. Οι αρχικές συγκεντρώσεις των Α και Β ήταν 1 M και 2,5 M αντιστοίχως. Θα μπορούσε να αντιδράσει πλήρως το Β. Όμως, από τα 2,5 M αντέδρασαν 1,5 M. Άρα η απόδοση ήταν 1,5 : 2,5 = 0,6 = 60%.

3. Από το διάγραμμα γνωρίζουμε τις συγκεντρώσεις των τριών αερίων στην ισορροπία. Άρα:

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A][B]^3} = \frac{1^2}{0,5 \cdot 1^3} = 2$$

4.

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{0,5 - 1 \text{ M}}{100 \text{ s}} = 0,005 \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

14. 1. Για να παραχθούν 2 mol NO₂, αντέδρασε 1 mol N₂O₄. Άρα, στην ισορροπία υπάρχουν 0,4 mol N₂O₄. Οπότε:

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{2}{10}\right)^2}{\left(\frac{0,4}{10}\right)} = 1$$

2. Με την αύξηση του όγκου παράχθηκαν ακόμη 0,4 mol NO₂, άρα αντέδρασαν 0,2 mol N₂O₄. Συνεπώς, στη νέα ισορροπία υπάρχουν 2,4 mol NO₂ και 0,2 mol N₂O₄.

Από την K_c υπολογίζουμε τον όγκο V₂:

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \Rightarrow 1 = \frac{\left(\frac{2,4}{V_2}\right)^2}{\left(\frac{0,2}{V_2}\right)} \Rightarrow$$

$$V_2 = 28,8 \text{ L}$$

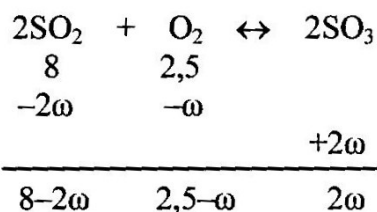
3. Εφόσον με την ψύξη το καφετί χρώμα εξασθενίζει, δηλαδή το NO₂ ελαττώνεται, συμπεραίνουμε ότι η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα αριστερά. Η ψύξη ευνοεί τις εξώθερμες αντιδράσεις. Άρα, η προς τα αριστερά αντίδραση είναι εξώθερμη, οπότε η (1) είναι ενδόθερμη.

4. Τα 9,2 g N₂O₄ είναι 0,1 mol και τα 23 g NO₂ είναι 0,5 mol. Σύμφωνα με την εκφώνηση, οι ποσότητες αυτές βρίσκονται σε χημική ισορροπία. Συνεπώς, από την K_c υπολογίζουμε τον όγκο V₃:

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \Rightarrow 1 = \frac{\left(\frac{0,5}{V_3}\right)^2}{\left(\frac{0,1}{V_3}\right)} \Rightarrow$$

$$V_3 = 2,5 \text{ L}$$

15. 1. Τα 512 g SO₂ είναι 8 mol και τα 80 g O₂ είναι 2,5 mol. Αν υποθέσουμε ότι, για να αποκατασταθεί ισορροπία, θα αντιδράσουν ω mol O₂, θα έχουμε (σε mol):



Όμως, σύμφωνα με την εκφώνηση:

$$8 - 2\omega = 2\omega \Rightarrow \omega = 2$$

Άρα, το δοχείο στην ισορροπία περιέχει 0,5 mol O₂, που ζυγίζουν 16 g.

2. Εφόσον γνωρίζουμε όλες τις συγκεντρώσεις στην ισορροπία:

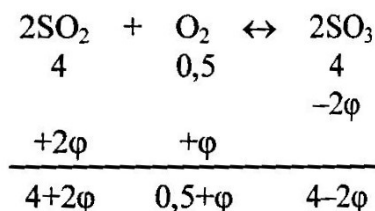
$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{4}{20}\right)^2}{\left(\frac{4}{20}\right)^2 \cdot \frac{0,5}{20}} = 40$$

3. Στους 127°C, το δοχείο περιείχε συνολικά σε ισορροπία 4 + 0,5 + 4 = 8,5 mol αερίων.

Σύμφωνα με την άσκηση, στους 227°C το δοχείο περιέχει συνολικά σε ισορροπία 9 mol αερίων.

Συμπέρασμα: Με τη θέρμανση η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα αριστερά (προς τα εκεί παράγονται περισσότερα mol αερίων από όσα αντιδρούν). Όμως, η θέρμανση ευνοεί τις ενδόθερμες αντιδράσεις. Άρα, η προς τα αριστερά αντίδραση είναι ενδόθερμη, οπότε η αντίδραση που δίνεται είναι εξώθερμη.

Αν υποθέσουμε ότι, για να αποκατασταθεί η νέα ισορροπία, αντέδρασαν 2φ mol SO₃, θα έχουμε (σε mol):



Όμως, σύμφωνα με την εκφώνηση:

$$4+2\phi+0,5+\phi+4-2\phi = 9 \Rightarrow \phi = 0,5$$

Οπότε:

α)

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{3}{20}\right)^2}{\left(\frac{5}{20}\right)^2 \cdot \frac{1}{20}} = 7,2$$

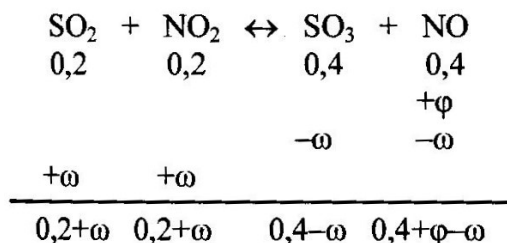
β) Όταν παράγονται 0,5 mol O₂, απορροφάται θερμότητα 100 kJ, άρα όταν παράγεται 1 mol O₂, θα απορροφάται θερμότητα 200 kJ. Άρα: x = -200 (αφού είδαμε ότι η αντίδραση είναι εξώθερμη).

16. 1. Τα 12,8 g SO₂ είναι 0,2 mol, τα 9,2 g NO₂ είναι 0,2 mol, τα 32 g SO₃ είναι 0,4 mol και τα 12 g NO είναι 0,4 mol. Συνεπώς:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3][\text{NO}]}{[\text{SO}_2][\text{NO}_2]} = \frac{0,4}{10} \cdot \frac{0,4}{10} = 4$$

β) Με την αύξηση του όγκου η πίεση θα ελαττωθεί. Το σύστημα θα «ήθελε» να την αυξήσει, κινούμενο προς τα περισσότερα mol αερίων. Εδώ όμως όσα mol αερίων αντιδρούν τόσα παράγονται, άρα η ισορροπία δεν θα επηρεαστεί. Συνεπώς, η ποσότητα του NO θα παραμείνει 0,4 mol και, αφού θα βρίσκεται σε όγκο 20 L, η συγκέντρωσή του θα είναι 0,02 M.

3. Έστω ότι πρέπει να προστεθούν φ mol NO. Η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Αν υποθέσουμε ότι αντιδρούν ω mol NO μέχρι να αποκατασταθεί ξανά ισορροπία, θα έχουμε (σε mol):



Θέλουμε το SO₂ να αυξηθεί κατά 6,4 g, δηλαδή κατά 0,1 mol. Άρα:

$$\omega = 0,1$$

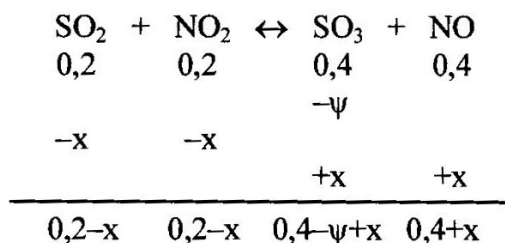
Τώρα από την K_c βρίσκουμε το φ:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3][\text{NO}]}{[\text{SO}_2][\text{NO}_2]} \Rightarrow 4 = \frac{0,3}{10} \cdot \frac{0,3 + \varphi}{10} = \frac{0,3 \cdot 0,3 + \varphi}{10 \cdot 10}$$

$$\varphi = 0,9$$

Άρα, στο δοχείο πρέπει να προστεθούν 0,9 mol NO, που ζυγίζουν 27 g.

4. Έστω ότι πρέπει να απομακρυνθούν ψ mol SO₃. Η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά. Αν υποθέσουμε ότι, μέχρι να αποκατασταθεί ξανά ισορροπία, αντιδρούν x mol SO₂, θα έχουμε (σε mol):



Θέλουμε η συγκέντρωση του SO₂ να γίνει 0,015 M. Άρα:

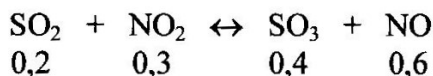
$$\frac{0,2 - x}{10} = 0,015 \Rightarrow x = 0,05$$

Τώρα από την K_c βρίσκουμε το ψ:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3][\text{NO}]}{[\text{SO}_2][\text{NO}_2]} \Rightarrow \Rightarrow 4 = \frac{0,45 - \psi}{10} \cdot \frac{0,45}{10} = \frac{0,45 \cdot 0,45 - \psi \cdot 0,45}{10 \cdot 10} \Rightarrow \psi = 0,25$$

Άρα, από το δοχείο πρέπει να απομακρυνθούν 0,25 mol SO₃, που ζυγίζουν 20 g.

5. Τα 4,6 g NO₂ είναι 0,1 mol και τα 6 g NO είναι 0,2 mol. Μετά την εισαγωγή αυτή, το δοχείο περιέχει (σε mol):

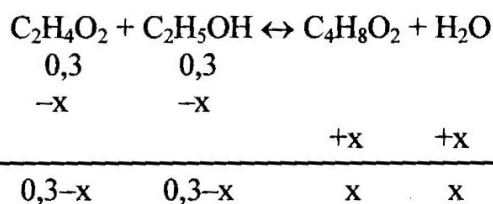


Για να εξετάσουμε προς τα πού θα μετατοπιστεί η ισορροπία (αν μετατοπιστεί), θα υπολογίσουμε το πηλίκο της αντίδρασης Q_c :

$$Q_c = \frac{[SO_3][NO]}{[SO_2][NO_2]} = \frac{\frac{0,4}{10} \cdot \frac{0,6}{10}}{\frac{0,2}{10} \cdot \frac{0,3}{10}} = 4 = K_c$$

Συμπέρασμα: Οι ποσότητες στο δοχείο, μετά την εισαγωγή του NO_2 και του NO , βρίσκονται σε χημική ισορροπία. Άρα, το δοχείο θα περιέχει τελικά 0,2 mol SO_2 , που ζυγίζουν 12,8 g.

17. 1. Τα 18 g του οξέος είναι 0,3 mol και τα 13,8 g της αλκοόλης είναι επίσης 0,3 mol. Αν υποθέσουμε ότι, μέχρι να αποκατασταθεί ισορροπία, αντιδρούν x mol του οξέος, θα έχουμε (σε mol):



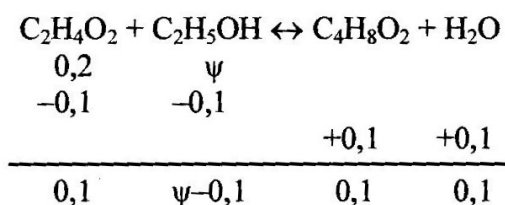
Δίνεται ότι στην ισορροπία έχουν παραχθεί 17,6 g εστέρα, που είναι 0,2 mol. Άρα:

$$x = 0,2$$

Μπορούμε τώρα να υπολογίσουμε τη σταθερά ισορροπίας:

$$K_c = \frac{[E][N]}{[O][A]} = \frac{\frac{0,2}{V} \cdot \frac{0,2}{V}}{\frac{0,1}{V} \cdot \frac{0,1}{V}} = 4$$

2. α) Τα 12 g του οξέος είναι 0,2 mol. Έστω ότι πρέπει να επιδράσουν ψ mol αλκοόλης, ώστε να εστεροποιηθεί το 50% του οξέος, δηλαδή τα 0,1 mol. Θα έχουμε (σε mol):

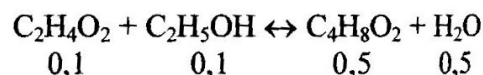


Τώρα από την K_c βρίσκουμε το ψ:

$$K_c = \frac{[E][N]}{[O][A]} \Rightarrow 4 = \frac{\frac{0,1}{V} \cdot \frac{0,1}{V}}{\frac{0,1}{V} \cdot \frac{\psi - 0,1}{V}} \Rightarrow \psi = 0,125$$

β) Τα 0,125 mol της αλκοόλης θα μπορούσαν να αντιδράσουν πλήρως, αφού υπήρχαν 0,2 mol οξέος. Αφού αντέδρασαν τα 0,1 mol, η απόδοση της αντίδρασης ήταν $0,1 : 0,125 = 0,8 = 80\%$.

3. Τα 6 g του οξέος είναι 0,1 mol, τα 4,6 g της αλκοόλης είναι 0,1 mol, τα 44 g του εστέρα είναι 0,5 mol και τα 9 g του νερού είναι 0,5 mol. Μετά την εισαγωγή, το δοχείο περιέχει (σε mol):



Για να εξετάσουμε προς τα πού θα εκδηλωθεί αντίδραση (αν εκδηλωθεί), θα υπολογίσουμε το πηλίκο της αντίδρασης Q_c :

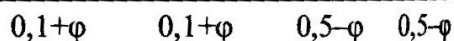
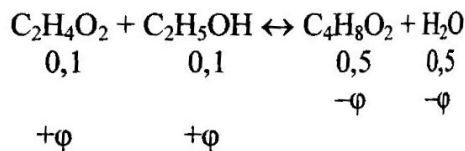
$$Q_c = \frac{[E][N]}{[O][A]} = \frac{\frac{0,5}{V} \cdot \frac{0,5}{V}}{\frac{0,1}{V} \cdot \frac{0,1}{V}} = 25 > K_c$$

Συμπεράσματα:

α) Οι ποσότητες που εισήχθησαν στο δοχείο δεν ισορροπούν.

β) Θα πραγματοποιηθεί η προς τα αριστερά αντίδραση, ώστε το Q_c να ελαττωθεί και να εξισωθεί με τη σταθερά K_c (από 25 να γίνει 4).

Ας υποθέσουμε ότι, για να αποκατασταθεί ισορροπία, θα αντιδράσουν φ mol εστέρα. Θα έχουμε (σε mol):



Τώρα από την K_c βρίσκουμε το φ:

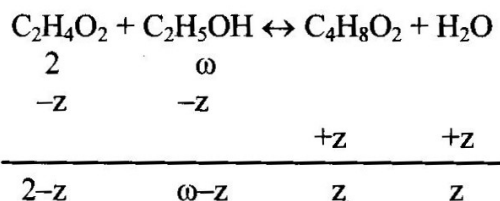
$$K_c = \frac{[E][N]}{[O][A]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{\frac{(0,5 - \varphi)}{V} \cdot \frac{(0,5 - \varphi)}{V}}{\frac{(0,1 + \varphi)}{V} \cdot \frac{(0,1 + \varphi)}{V}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{0,5 - \varphi}{0,1 + \varphi} \Rightarrow \varphi = 0,1$$

Άρα, στην ισορροπία το δοχείο θα περιέχει 0,4 mol εστέρα, που ζυγίζουν 35,2 g.

4. Τα 120 g του οξέος είναι 2 mol. Έστω ότι πρέπει να επιδράσουμε ω mol αλκοόλης. Έστω ακόμη ότι, μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας, θα αντιδράσουν z mol οξέος και z mol αλκοόλης. Θα έχουμε (σε mol):



Προσοχή τώρα: Θέλουμε η απόδοση να είναι 80%.

Ερώτηση: Πού θα μετρηθεί η απόδοση, στο οξύ ή στην αλκοόλη;

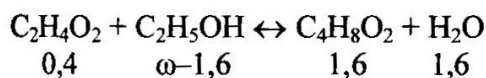
Απάντηση: Θα διακρίνουμε δύο περιπτώσεις (με την ισότητα καλύπτουμε και την περίπτωση να μην βρίσκεται κανένα σε περίσσεια):

- Αν η αλκοόλη είναι σε περίσσεια, δηλαδή αν $\omega \geq 2$, η απόδοση θα μετρηθεί στο οξύ.

- Αν το οξύ είναι σε περίσσεια, δηλαδή αν $\omega \leq 2$, η απόδοση θα μετρηθεί στην αλκοόλη.

Έτσι:

A. Αν $\omega > 2$, αντιδρά το 80% του οξέος, δηλαδή $z = 0,8 \cdot 2 = 1,6$. Οπότε στην ισορροπία θα έχουμε:



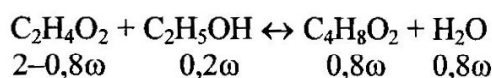
Από την K_c μπορούμε να υπολογίσουμε το ω :

$$K_c = \frac{[E][N]}{[O][A]} \Rightarrow 4 = \frac{\frac{1,6}{V} \cdot \frac{1,6}{V}}{\frac{0,4}{V} \cdot \frac{\omega - 1,6}{V}} \Rightarrow$$

$$\omega = 3,2$$

Άρα, μπορούμε να προσθέσουμε 3,2 mol αλκοόλης, δηλαδή 147,2 g, ώστε να αντιδράσει το 80% του οξέος, οπότε η απόδοση της αντίδρασης θα είναι 80%.

B. Αν $\omega < 2$, αντιδρά το 80% της αλκοόλης, δηλαδή $z = 0,8\omega$. Οπότε στην ισορροπία θα έχουμε:



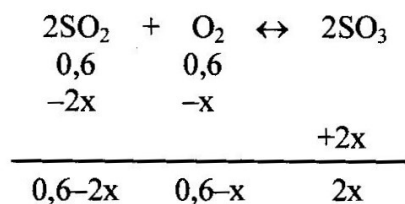
Από την K_c μπορούμε να υπολογίσουμε το ω :

$$K_c = \frac{[E][N]}{[O][A]} \Rightarrow 4 = \frac{\frac{0,8\omega}{V} \cdot \frac{0,8\omega}{V}}{\frac{2-0,8\omega}{V} \cdot \frac{0,2\omega}{V}}$$

$$\Rightarrow \omega = 1,25$$

Άρα, μπορούμε να προσθέσουμε 1,25 mol αλκοόλης, δηλαδή 57,5 g, ώστε να αντιδράσει το 80% της αλκοόλης, οπότε η απόδοση της αντίδρασης θα είναι 80%.

18. Αν υποθέσουμε ότι, για να αποκατασταθεί ισορροπία, αντιδρούν x mol O_2 , θα έχουμε (σε mol):



Δίνεται ότι στην ισορροπία η συγκέντρωση του SO_3 είναι 0,04 M. Άρα:

$$\frac{2x}{10} = 0,04 \Rightarrow x = 0,2$$

Οπότε:

1. α)

3. Όταν αντιδρά 1 mol N₂, εκλύεται θερμότητα 100 kJ. Αφού αντέδρασαν 5 mol N₂, εκλύθηκε θερμότητα 500 kJ.

4.

$$v_{\text{H}_2} = -\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = -\frac{\frac{10}{10} - \frac{25}{10}}{5} \frac{\text{M}}{\text{min}} = 0,3 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

Ακόμη:

$$v = \frac{1}{3} \cdot v_{\text{H}_2} = \frac{1}{2} \cdot v_{\text{NH}_3}$$

οπότε:

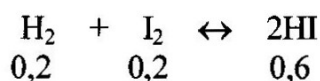
$$v_{\text{NH}_3} = \frac{2}{3} \cdot v_{\text{H}_2} = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

$$v = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

5. Θα ελαττωθεί: Με την αύξηση της θερμοκρασίας ευνοείται το ενδόθερμο φαινόμενο. Επομένως, η αντίδραση θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Έτσι, θα αυξηθούν οι συγκεντρώσεις των ουσιών στον παρονομαστή της K_c και θα μειωθούν αυτές των ουσιών του αριθμητή.

είναι ενδόθερμη.

20. 1. Τα 0,4 g H₂ είναι 0,2 mol, τα 50,8 g I₂ είναι επίσης 0,2 mol και τα 76,8 g HI είναι 0,6 mol. Δηλαδή στο δοχείο εισήχθησαν οι ποσότητες (σε mol):



Για να δούμε αν τα αέρια βρίσκονται σε ισορροπία, θα υπολογίσουμε το πηλίκιο της αντίδρασης Q_c:

$$Q_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{0,6}{V}\right)^2}{\frac{0,2}{V} \cdot \frac{0,2}{V}} = 9 < K_c$$

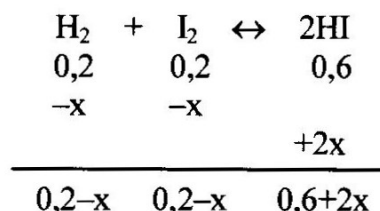
Συμπεράσματα:

α) Οι ποσότητες στο δοχείο δεν ισορροπούν.

β) Θα πραγματοποιηθεί η προς τα δεξιά αντίδραση, ώστε το Q_c να αυξηθεί και

να εξισωθεί με τη σταθερά K_c (από 9 να γίνει 64).

2. Ας υποθέσουμε ότι, για να αποκατασταθεί ισορροπία, πρέπει να αντιδράσουν x mol H₂. Θα έχουμε (σε mol):



Από την K_c βρίσκουμε το x:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \Rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{0,6+2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,2-x}{V}\right)^2} \Rightarrow 8 = \frac{0,6+2x}{0,2-x} \Rightarrow x = 0,1$$

Άρα, στην ισορροπία το δοχείο θα περιέχει 0,1 mol H₂, που ζυγίζουν 0,2 g.

3. Η σωστή απάντηση είναι: P'=2P.

Μόλις διπλασιάζουμε τη θερμοκρασία του συστήματος που ισορροπεί, η πίεσή του θα διπλασιαστεί (P'=2P, από την καταστατική εξίσωση), υπό την προϋπόθεση ότι ο όγκος του δοχείου και τα συνολικά mol των αερίων διατηρούνται σταθερά.

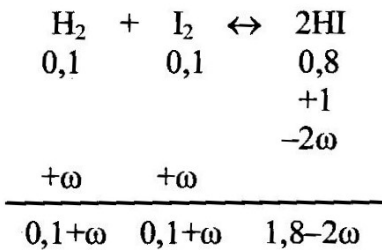
- Ο όγκος του δοχείου είναι πράγματι σταθερός (10 L).

- Όμως, τα συνολικά mol των αερίων διατηρούνται σταθερά;

Απάντηση: Ναι.

Αιτιολόγηση: Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του συστήματος, η ισορροπία θα μετατοπιστεί (με βάση την αρχή Le Chatelier) προς το ενδόθερμο φαινόμενο. Όμως, στην αντίδραση που έχουμε, είτε η ισορροπία μετατοπιστεί δεξιά είτε μετατοπιστεί αριστερά (προσοχή: δεν δίνεται προς τα πού είναι το ενδόθερμο φαινόμενο) δεν μεταβάλλεται ο συνολικός αριθμός mol των αερίων (για κάθε 2 mol αερίων που αντιδρούν παράγονται επίσης 2 mol αερίων).

4. Με την προσθήκη του HI η ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά. Έστω ότι θα αντιδράσουν 2ω mol HI. Θα έχουμε (σε mol):



Από την K_c υπολογίζουμε το ω :

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \Rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{1,8-2\omega}{10}\right)^2}{\left(\frac{0,1+\omega}{10}\right)^2}$$

$$\Rightarrow 8 = \frac{1,8-2\omega}{0,1+\omega} \Rightarrow \omega = 0,1$$

Άρα, μετά την αποκατάσταση ισορροπίας, το δοχείο θα περιέχει 0,2 mol I_2 , που ζυγίζουν 50,8 g.

21. 1. $K_a = 5 \cdot 10^{-6}$ και $\alpha = 5 \cdot 10^{-3}$

2. Το αραιωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση 0,02 M και βγαίνει pH=3,5.

3. Στα 0,2 L του Δ περιέχονται 0,04 mol HA. Έστω ότι τα 21,6 g του HA είναι x mol. Τότε η νέα συγκέντρωση γίνεται:

$$c' = \frac{0,04 + x}{0,2} \text{ M}$$

Γνωρίζοντας το pH του νέου διαλύματος (pH=2,5) και την K_a βρίσκουμε $c'=2$ M. Οπότε βγαίνει $x=0,36$ και $M_r=60$.

4. Στα 50 mL του Δ περιέχονται 0,01 mol HA. Έστω ότι πρέπει να προστεθούν ψ L νερού. Τότε η νέα συγκέντρωση γίνεται:

$$c' = \frac{0,01}{0,05 + \psi} \text{ M}$$

Γνωρίζοντας το pH του νέου διαλύματος (pH=4) και την K_a βρίσκουμε $c'=0,002$ M. Οπότε βγαίνει $\psi=4,95$.

5. $K_a = \alpha_1^2 c_1 = \alpha_2^2 c_2 \Rightarrow$

$$\left(\frac{\alpha_2}{\alpha_1}\right)^2 = \frac{c_1}{c_2} = \frac{V_2}{V_1} = 4 \Rightarrow \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = 2$$

6. Μετά την ανάμιξη και την αντίδραση του οξέος με τη βάση προκύπτει διάλυμα NaA 0,05 M. Βγαίνει pH=9.

22. 1. $\alpha = 10^{-2}$ και για τα δύο οξέα.

2. Βρίσκουμε $K_a = 10^{-5}$ για το αιθανικό και $K_a = 10^{-4}$ για το μεθανικό, άρα ισχυρότερο το HCOOH.

3. Το αραιωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση 0,1 M και βγαίνει pH=2,5.

4. $K_a = \alpha_1^2 c_1 = \alpha_2^2 c_2 \Rightarrow (\alpha \text{φού } \alpha_2 = 3\alpha_1)$
 $c_1 = 9c_2 \Rightarrow V_2 = 9V_1 = 270 \text{ mL}$, οπότε πρέπει να προστεθούν 240 mL νερού.

5. Στα 50 mL του Δ1 περιέχονται 0,005 mol οξέος. Έστω ότι πρέπει να προστεθούν x mol. Τότε η νέα συγκέντρωση γίνεται:

$$c' = \frac{0,005 + x}{0,05} \text{ M}$$

Γνωρίζοντας το pH του νέου διαλύματος (pH=2,5) και την K_a βρίσκουμε $c'=1$ M. Οπότε βγαίνει $x=0,045$.

6. Μετά την προσθήκη του NaOH και την αντίδραση εξουδετέρωσης, προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει CH_3COOH 0,05 M / CH_3COONa 0,05 M. Βγαίνει pH=5.

7. Μετά την ανάμιξη και την αντίδραση εξουδετέρωσης προκύπτει ένα διάλυμα HCOOK 0,1 M. Βγαίνει pH=8,5.

23. 1. pH=13

2. $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$

3. Για να γίνει το pH=12, πρέπει η νέα συγκέντρωση να γίνει 0,01 M. Τελικά πρέπει να προστεθούν 4,5 L νερού.

4. $K_a = \alpha_1^2 c_1 = \alpha_2^2 c_2 \Rightarrow$

$$\left(\frac{\alpha_2}{\alpha_1}\right)^2 = \frac{c_1}{c_2} = \frac{V_2}{V_1} = 9 \Rightarrow \alpha_2 = 3\alpha_1 = 3\%$$

5. Μετά την ανάμιξη και την αντίδραση έχουμε το Δ3, που περιέχει 0,01 mol CH_3COOH και 0,02 mol CH_3COONa .

• Το Δ4 περιέχει τις μισές ποσότητες σε όγκο 1 L. Είναι ρυθμιστικό που περιέχει CH_3COOH 0,005 M / CH_3COONa 0,01 M. Βγαίνει pH=5.

• Μετά την προσθήκη του NaOH, την εξουδετέρωση και την αραιώση, προκύπτει το Δ5, που περιέχει CH₃COONa 0,02 M. Βγαίνει pH=8,5.

6. 100 mL

24. 1. pH=2,5, pH=9, pH=1

2. Μετά την ανάμιξη έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει 0,025 mol CH₃COOH και 0,050 mol CH₃COOK σε όγκο 300 mL. Βγαίνει pH=5.

3. Μετά την ανάμιξη και την αντίδραση έχουμε διάλυμα όγκου 250 mL, που περιέχει 0,01 mol CH₃COOH, 0,02 mol CH₃COOK και 0,01 mol KCl. Είναι ρυθμιστικό (το KCl δεν επηρεάζει το pH) και βγαίνει pH=5.

4. Μετά την ανάμιξη έχουμε διάλυμα δύο οξέων: CH₃COOH 0,45 M και HCl 0,01 M. Άσκηση κοινού ιόντος (H₃O⁺). Αν ονομάσουμε x M το ασθενές οξύ που ιοντίζεται, θα βρούμε $x=9 \cdot 10^{-4}$ M. Άρα: $[H_3O^+]=(0,01+9 \cdot 10^{-4})$ M και κατά προσέγγιση $[H_3O^+]=0,01$ M \Rightarrow pH=2 (δηλαδή το pH καθορίζεται μόνο από το ισχυρό οξύ, το HCl).

5. 800 mL

6. Έστω ότι απαιτούνται φ L Δ3.

Το διάλυμα που προκύπτει με την ανάμιξη περιέχει 0,042 mol CH₃COOK και 0,1φ mol HCl. Αυτά θα αντιδράσουν μεταξύ τους. Θέλουμε τελικά να έχουμε pH=6. Αυτό δεν μας «φωτίζει» για το ποιο θα περισσέψει, οπότε έχουμε άσκηση διερεύνησης.

A. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $0,1\varphi=0,042$, οπότε $\varphi=0,42$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου 630 mL, που θα περιέχει 0,042 mol CH₃COOH και 0,042 mol KCl (το οποίο δεν επηρεάζει το pH). Υπολογίζουμε την $[H_3O^+]$ στο διάλυμα αυτό και τη βρίσκουμε πολύ πιο μεγάλη από 10^{-6} M (δεν βγαίνει «καλός» αριθμός). Συμπέρασμα: Αν το οξύ και το άλας αντιδρούσαν ακριβώς, το διάλυμα θα ήταν πολύ πιο όξινο απ' όσο θέλουμε.

Άρα: Για να έχουμε pH=6, πρέπει να περισσέψει η ουσία με τις βασικές ιδιότητες, το CH₃COOK.

B. Αφού λοιπόν πρέπει $0,1\varphi < 0,042$, γράφουμε την αντίδραση και υπολογίζουμε ότι το τελικό διάλυμα έχει όγκο $(0,21+\varphi)$ L και περιέχει $(0,042-0,1\varphi)$ mol CH₃COOK, $0,1\varphi$ mol CH₃COOH και $0,1\varphi$ mol KCl (που δεν επηρεάζει το pH). Το διάλυμα αυτό είναι ρυθμιστικό και, αφού θέλουμε να έχει pH=6, βρίσκουμε από τον τύπο $\varphi=0,02$.

25. 1. Το 4% w/v αντιστοιχεί σε συγκέντρωση 0,1 M και pH=13.

2. 0,1 M

3. Μετά την ανάμιξη και την αντίδραση εξουδετέρωσης, προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα HA 1/30 M και NaA 1/30 M, που έχει pH=5.

4. Μετά την ανάμιξη, την εξουδετέρωση και την αραιώση, έχουμε διάλυμα NaA 0,01 M, που έχει pH=8,5.

5. Το pH του Δ3 πρακτικά δεν θα μεταβληθεί με την αραιώση, επειδή είναι ρυθμιστικό (θα υποδεκαπλασιαστούν οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών, αλλά το pH τους δεν θα αλλάξει).

Με την αραιώση του Δ4, η συγκέντρωση του NaA θα υποδεκαπλασιαστεί και θα γίνει 0,001 M. Το νέο pH βγαίνει 8 (μεταβλήθηκε κατά μισή μονάδα).

6. Προκύπτει διάλυμα που περιέχει HA 0,1 M και HCl 0,1 M. Άσκηση κοινού ιόντος (H₃O⁺). Αν ονομάσουμε x M το ασθενές οξύ που ιοντίζεται, θα βρούμε $x=10^{-5}$ M. Άρα: $[H_3O^+]=(0,1+10^{-5})$ M και κατά προσέγγιση $[H_3O^+]=0,1$ M \Rightarrow pH=1 (δηλαδή το pH καθορίζεται μόνο από το ισχυρό οξύ, το HCl). Ο βαθμός ιοντισμού του HA στο Δ2 ήταν 10^{-2} και στο νέο διάλυμα βγαίνει 10^{-4} . Άρα, ελαττώθηκε 100 φορές.

26. 1. pH=12

2. Μετά την προσθήκη του HCl και την αντίδραση εξουδετέρωσης, προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα CH₃NH₂ 0,5 M / CH₃NH₃Cl 0,5 M. Βγαίνει pH=10.

3. Μετά την ανάμιξη και την αντίδραση έχουμε διάλυμα του άλατος $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$, με $c=0,1$ M. Βγαίνει $\text{pH}=5,5$.

4. Με την ανάμιξη προκύπτει διάλυμα που περιέχει CH_3NH_2 0,8 M και NaOH 0,1 M. Έχουμε άσκηση κοινού ιόντος (OH^-). Αν ονομάσουμε x M την αμίνη που ιοντίζεται, θα βρούμε $x=8 \cdot 10^{-4}$ M. Οπότε: $[\text{OH}^-]=(0,1+8 \cdot 10^{-4})$ M και κατά προσέγγιση $[\text{OH}^-]=0,1$ M $\Rightarrow \text{pH}=13$ (δηλαδή το pH καθορίζεται μόνο από την ισχυρή βάση, το NaOH). Ο βαθμός ιοντισμού της αμίνης βγαίνει 10^{-3} .

5. 11:2

27. 1. $\text{pH}=13$ και $\text{pH}=2,5$

2. Με την αραιώση του Δ1 προκύπτει διάλυμα 0,001 M. Βγαίνει $\text{pH}=11$.

Με την αραιώση του Δ2 προκύπτει διάλυμα 0,005 M. Βγαίνει $\text{pH}=3,5$.

3. Το pH θέλουμε να γίνει 14, οπότε η νέα συγκέντρωση πρέπει να είναι 1 M. Στα 200 mL πρέπει να προσθέσουμε 0,18 mol NaOH , που ζυγίζουν 7,2 g.

4. 1 L

5. Το Δ5 είναι διάλυμα CH_3COONa 0,02 M. Βγαίνει $\text{pH}=8,5$.

6. Έστω ότι προσθέτουμε x mol HCl . Στα 300 mL του Δ5 περιέχονται 0,006 mol CH_3COONa . Οι δυο ουσίες θα αντιδράσουν μεταξύ τους. Θέλουμε τελικά να έχουμε $\text{pH}=5$. Αυτό δεν μας «φωτίζει» για το ποιο θα περισσέψει, οπότε έχουμε άσκηση διερεύνησης.

A. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $x=0,006$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου 300 mL το οποίο θα περιέχει 0,006 mol CH_3COOH και 0,006 mol NaCl (που δεν επηρεάζει το pH). Υπολογίζουμε την $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα αυτό και τη βρίσκουμε πολύ μεγαλύτερη από 10^{-5} M (δεν βγαίνει «καλός» αριθμός).

Συμπέρασμα: Αν το οξύ και το άλας αντιδρούσαν ακριβώς, το διάλυμα θα ήταν πολύ πιο όξινο απ' όσο θέλουμε.

Άρα: Για να έχουμε $\text{pH}=5$, πρέπει να περισσέψει η ουσία με τις βασικές ιδιότητες, το CH_3COONa .

B. Αφού λοιπόν πρέπει $x < 0,006$, γράφουμε την αντίδραση και υπολογίζουμε ότι το τελικό διάλυμα, όγκου 0,2 L, περιέχει $(0,006-x)$ mol CH_3COONa , x mol CH_3COOH και x mol NaCl (που δεν επηρεάζει το pH). Το διάλυμα αυτό είναι ρυθμιστικό και, αφού θέλουμε να έχει $\text{pH}=5$, βρίσκουμε από τον τύπο των ρυθμιστικών $x=0,002$.

28. 1. $K_a=2 \cdot 10^{-5}$

2. Η συγκέντρωση γίνεται 0,02 M και βγαίνει $\text{pH}=8,5$.

3. Για να γίνει το $\text{pH}=9,5$, η συγκέντρωση πρέπει να γίνει 2 M. Τελικά στα 250 mL του Δ πρέπει να προσθέσουμε 0,45 mol.

4. Στα 3 L του Δ περιέχονται 0,6 mol CH_3COONa . Στα 200 mL του διαλύματος HCl ($\text{pH} = 0 \Rightarrow c = 1$ M) περιέχονται 0,2 mol HCl .

Το διάλυμα που προκύπτει μετά την ανάμιξη και την αντίδραση έχει όγκο 3,2 L και περιέχει 0,2 mol CH_3COOH , 0,4 mol CH_3COONa και 0,2 mol NaCl .

Το Δ1 (αφού πήραμε 800 mL από τα 3200 mL) περιέχει το ένα τέταρτο αυτών των ποσοτήτων, δηλαδή 0,05 mol CH_3COOH , 0,1 mol CH_3COONa και 0,05 mol NaCl (που δεν επηρεάζει το pH). Είναι ρυθμιστικό, βγαίνει $\text{pH}=5$.

5. Μετά την ανάμιξη, την αντίδραση και την αραιώση, το Δ2 περιέχει HCl 0,1 M, CH_3COOH 0,1 M και NaCl 0,1 M (δεν επηρεάζει το pH). Άσκηση κοινού ιόντος (H_3O^+). Αν θέσουμε x M το ασθενές οξύ που ιοντίζεται, θα βρούμε $x=2 \cdot 10^{-5}$ M. Έτσι: $[\text{H}_3\text{O}^+]=(0,1+2 \cdot 10^{-5})$ M και κατά προσέγγιση $[\text{H}_3\text{O}^+]=0,1$ M, άρα $\text{pH}=1$ (το pH καθορίζεται μόνο από το ισχυρό οξύ, το HCl).

6. Στο 1 L του Δ περιέχονται 0,2 mol CH_3COONa , που προέκυψαν από εξουδετέρωση NaOH και CH_3COOH . Άρα:

• Στα 200 mL του Δ3 έπρεπε να υπάρχουν 0,2 mol NaOH. Οπότε το Δ3 είχε $c = M$ και $pH=14$.

• Στα 400 mL του Δ4 έπρεπε να υπάρχουν επίσης 0,2 mol CH_3COOH . Άρα το Δ4 είχε $c=0,5 M$ και (όπως υπολογίζουμε από τη σταθερά ιοντισμού του οξέος) $pH=2,5$.

29. 1. $\alpha=10^{-2}$ και $K_b=10^{-4}$

2. 600 mL

3. Μετά την ανάμιξη, την αντίδραση και την αραίωση έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα CH_3NH_2 0,3 M / CH_3NH_3Cl 0,3 M. Τελικά $pH=10$.

4. Μετά την προσθήκη του HCl, την εξουδετέρωση και την αραίωση έχουμε διάλυμα CH_3NH_3Cl 0,1 M με $pH=5,5$.

5. Το τελικό διάλυμα περιέχει CH_3NH_2 0,4 M και NaOH 0,1 M. Άσκηση κοινού ιόντος (OH^-). Αν ονομάσουμε $x M$ την αμίνη που ιοντίζεται, θα βρούμε $x=4 \cdot 10^{-4} M$. Οπότε $[OH^-]=(0,1+4 \cdot 10^{-4}) M$ και κατά προσέγγιση $[OH^-]=0,1 M$, οπότε $pH=13$ (δηλαδή το pH καθορίζεται από το NaOH). Ο βαθμός ιοντισμού της αμίνης βγαίνει 10^{-3} .

30. I. 1. Τα 0,46 g Na (0,02 mol) δίνουν 0,01 mol H_2 . Τα 0,6 g Ca (0,015 mol) δίνουν 0,015 mol H_2 . Συνολικά λοιπόν παράγονται 0,025 mol H_2 , που έχουν όγκο 0,56 L.

2. α) Από τα 0,02 mol Na παράχθηκαν 0,02 mol NaOH και από τα 0,015 mol Ca παράχθηκαν 0,015 mol $Ca(OH)_2$. Το διάλυμα των 50 mL περιέχει το ένα δέκατο αυτών των ποσοτήτων, άρα τελικά περιέχει NaOH 0,04 M και $Ca(OH)_2$ 0,03 M. Από τις διαστάσεις των δύο βάσεων: $[OH^-] = (0,04+0,06) M = 1 M$, οπότε $pH=13$.

β) 0,005 mol, γ) $pH=7$

II. 1. $pH=3$ και $\alpha=10^{-3}$

2. Ας ονομάσουμε $x M$ τη συγκέντρωση του HB. Άσκηση κοινού ιόντος (H_3O^+). Γνωρίζουμε πόσο HA ιοντίζεται (αφού $\alpha'=10^{-5}$) και από την K_a βρίσκουμε $x=0,1$. Τελικά $pH=1$.

31. 1. Από το pH και την K_a βρίσκουμε ότι το Δ έχει συγκέντρωση 0,1 M. Άρα τα 6 g του HA είναι 0,1 mol, οπότε $M_r=60$.

2. $\alpha=10^{-2}$

3. Η συγκέντρωση γίνεται 0,01 M και $pH=3,5$.

4. Το pH πρέπει να γίνει 2,5, οπότε η συγκέντρωση πρέπει να γίνει 1 M. Τελικά πρέπει να ρίξουμε 0,27 mol HA, που ζυγίζουν 16,2 g.

5. Τελικά παίρνουμε ρυθμιστικό διάλυμα HA 0,01 M / KA 0,01 M. Βγαίνει $pH=5$.

6. Τελικά έχουμε διάλυμα NaA 0,01 M. Βγαίνει $pH=8,5$.

7. Ας υποθέσουμε ότι πρέπει να προσθέσουμε x mol HCl. Θα έχουμε διάλυμα HA 0,1 M και HCl $10x M$. Άσκηση κοινού ιόντος (H_3O^+). Γνωρίζουμε πόσο HA ιοντίζεται (αφού $\alpha'=10^{-4}$) και από την K_a βρίσκουμε $x=0,01$.

32. 1. $K_a=10^{-6}$ (ρυθμιστικό)

2. $pH=6$

3. Το Δ2 περιέχει 0,015 mol HA, 0,005 mol NaA και 0,005 mol NaBr (που δεν επηρεάζει το pH). Είναι ρυθμιστικό και βγαίνει $[H_3O^+]=3 \cdot 10^{-6} M$.

4. Το Δ3 περιέχει 0,04 mol HA και 0,02 mol NaBr (που δεν επηρεάζει το pH). Βγαίνει $pH=3,5$.

5. Το Δ4 περιέχει 0,015 mol HA και 0,045 mol NaA. Είναι ρυθμιστικό και βγαίνει $[H_3O^+]=\frac{1}{3} \cdot 10^{-6} M$.

6. Το Δ5 είναι διάλυμα NaA 0,1 M και έχει $pH=9,5$.

7. Έστω ότι προσθέτουμε $x L$ διαλύματος HCl 0,1 M, τα οποία περιέχουν 0,1x mol HCl.

Στα 110 mL του Δ περιέχονται 0,011 mol HA και 0,011 mol NaA.

Το HCl θα αντιδράσει με το NaA. Θέλουμε τελικά να έχουμε $pH=5$. Αυτό δεν μας «φωτίζει» για το ποιο θα περισσέψει, οπότε έχουμε άσκηση διερεύνησης.

A. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $x=0,11$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου 220 mL το οποίο θα περιέχει 0,022 mol HA και 0,011 mol NaCl (που δεν επηρεάζει το pH). Βγαίνει $pH=3,5$.

Συμπέρασμα: Αν το HCl και το NaA αντιδρούσαν πλήρως, το διάλυμα θα ήταν πολύ πιο όξινο απ' όσο θέλουμε.

Άρα: Για να έχουμε $pH=5$, πρέπει να περισσέψει η ουσία με τις βασικές ιδιότητες, το NaA.

B. Αφού λοιπόν πρέπει $x < 0,11$, γράφουμε την αντίδραση και υπολογίζουμε ότι το τελικό διάλυμα, όγκου $(0,11+x)$ L, θα περιέχει $(0,011+0,1x)$ mol HA, $(0,011-0,1x)$ mol NaA και $0,1x$ mol NaCl (που δεν επηρεάζει το pH). Το διάλυμα αυτό είναι ρυθμιστικό και, αφού θέλουμε να έχει $pH=5$, βρίσκουμε από τον τύπο των ρυθμιστικών $x=0,09$.

33. 1. $x=0,2$

2. Το διάλυμα που προκύπτει θα περιέχει 0,03 mol NH_3 , 0,10 mol NH_4Br και 0,02 mol NH_4Cl . Είναι ρυθμιστικό διάλυμα (προσοχή: στον τύπο θα βάλουμε τα συνολικά NH_4^+) με $[OH^-]=5 \cdot 10^{-6}$ M.

3. Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει 0,10 mol NH_4Br και 0,05 mol NH_4Cl (προσοχή: θα πάρουμε τα συνολικά NH_4^+). Βγαίνει $[H_3O^+]=\sqrt{1,5} \cdot 10^{-5}$ M.

4. Το διάλυμα που προκύπτει θα περιέχει 0,07 mol NH_3 , 0,08 mol NH_4Br και 0,02 mol NaBr (που δεν επηρεάζει το pH). Είναι ρυθμιστικό και προκύπτει $[OH^-]=1,75 \cdot 10^{-5}$ M.

5. Το διάλυμα που προκύπτει θα περιέχει 0,15 mol NH_3 και 0,10 mol NaBr (που δεν επηρεάζει το pH). Βρίσκουμε $[OH^-]=\sqrt{6} \cdot 10^{-3}$ M.

6. Έστω x mol HCl, για να γίνει $pH=8$. Το HCl θα αντιδράσει με την NH_3 και, για να είναι το τελικό διάλυμα βασικό, η NH_3 πρέπει να περισσέψει. Συνεπώς, το διάλυμα αυτό θα περιέχει $(0,021-x)$ mol NH_3 , 0,042 mol NH_4Br και x mol

NH_4Cl . Είναι ρυθμιστικό και από τον τύπο (προσοχή: στον τύπο θα βάλουμε τα συνολικά NH_4^+) βρίσκουμε $x=0,018$.

7. Έστω ότι πρέπει να προσθέτουμε ψ mol NaOH.

Στα 300 mL του Δ περιέχονται 0,03 mol NH_3 και 0,06 mol NH_4Br .

Το NaOH θα αντιδράσει με το NH_4Br . Θέλουμε τελικά να έχουμε $pH=10$. Αυτό δεν μας «φωτίζει» για το ποιο θα περισσέψει, οπότε έχουμε άσκηση διερεύνησης.

A. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $\psi=0,06$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου 300 mL το οποίο θα περιέχει 0,09 mol NH_3 και 0,09 mol NaBr (που δεν επηρεάζει το pH). Βγαίνει $[OH^-]=\sqrt{6} \cdot 10^{-3}$ M $> 10^{-4}$ M.

Συμπέρασμα: Αν τα NaOH και NH_4Br αντιδρούσαν πλήρως, το διάλυμα θα ήταν πιο βασικό απ' όσο θέλουμε.

Άρα: Για να έχουμε $pH=10$, πρέπει να περισσέψει η ουσία με τις όξινες ιδιότητες, το NH_4Br .

B. Αφού λοιπόν πρέπει $\psi < 0,06$, γράφουμε την αντίδραση και υπολογίζουμε ότι το τελικό διάλυμα περιέχει $(0,03+\psi)$ mol NH_3 , $(0,06-\psi)$ mol NH_4Br και ψ mol NaBr (που δεν επηρεάζει το pH). Το διάλυμα αυτό είναι ρυθμιστικό και, αφού θέλουμε να έχει $pH=10$, βρίσκουμε από τον τύπο $x=0,045$.

34. 1. Αλκαλιμετρία (μετράμε πόση βάση απαιτείται για την εξουδετέρωση του οξέος).

2. Είναι ασθενές. Αν ήταν ισχυρό, το pH στο ισοδύναμο σημείο θα ήταν 7.

3. Για την εξουδετέρωση απαιτήθηκαν 20 mL πρότυπου, τα οποία περιείχαν 0,002 mol NaOH. Άρα, το διάλυμα του HA περιείχε επίσης 0,002 mol HA στα 30 mL, οπότε είχε συγκέντρωση $\frac{1}{15}$ M.

4. Το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο έχει όγκο 50 mL και περιέχει 0,002 mol NaA. Γνωρίζουμε ότι έχει $pH=8$, οπότε βρίσκουμε $K_a=4 \cdot 10^{-4}$.

5. Εκείνη τη στιγμή το διάλυμα έχει όγκο 46 mL και περιέχει 0,0004 mol HA και 0,0016 mol NaA. Είναι ρυθμιστικό και βγαίνει pH=4.

6. Λιγότερος. Το διάλυμα HCl (ισχυρό οξύ), για να έχει ίδιο pH με το διάλυμα HA (ασθενές οξύ), πρέπει να έχει μικρότερη συγκέντρωση. Άρα στα 30 mL του διαλύματος HCl θα περιέχονται λιγότερα από 0,002 mol HCl, οπότε θα απαιτούνται λιγότερα mol NaOH για εξουδετέρωση.

35. 1. $K_b=10^{-5}$ και $\alpha=10^{-2}$

2. 320 mL

3. Μετά την προσθήκη του HCl και την εξουδετέρωση έχουμε διάλυμα NH_4Cl 0,1 M. Βγαίνει pH=5.

4. Τελικά έχουμε ρυθμιστικό όγκου 75 mL που περιέχει 0,025 mol NH_4Cl και 0,025 mol NH_3 . Βγαίνει pH=9.

5. 0,001 mol

6. Το τελικό διάλυμα περιέχει NH_3 0,02 M και NaOH 0,01 M. Άσκηση κοινού ιόντος (OH^-). Αν x M η NH_3 που ιοντίζεται, βρίσκουμε $x=2 \cdot 10^{-5}$ M. Οπότε $[\text{OH}^-]=(0,01+2 \cdot 10^{-5})$ M και κατά προσέγγιση $[\text{OH}^-]=0,01$ M \Rightarrow pH=12 (δηλαδή το pH καθορίζεται από το NaOH). Για την NH_3 : $\alpha=10^{-3}$.

36. 1. HA: $K_a=2 \cdot 10^{-5}$

Προσοχή: Στα HB, ΗΓ και ΗΔ δεν γίνεται η προσέγγιση στον παρονομαστή.

HB: $K_a=2 \cdot 10^{-3}$

ΗΓ: $K_a=5 \cdot 10^{-2}$

ΗΔ: $K_a=0,2$

2. 100 mL

3. Μετά την ανάμιξη και την εξουδετέρωση, προκύπτει διάλυμα NaB 0,02 M. Βγαίνει pH=7,5.

4. Στα φ mL περιέχονται $\varphi \cdot 10^{-4}$ mol ΗΓ. Άρα, το αραιωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση $\varphi \cdot 10^{-4}$ M. Όμως, για να έχει pH=2, βρίσκουμε από την K_a ότι πρέπει να έχει συγκέντρωση 0,012 M (προσοχή: δεν γίνεται η προσέγγιση στον παρονομαστή).

Άρα: $\varphi \cdot 10^{-4} = 0,012 \Rightarrow \varphi = 120$

5. Από την K_a βρίσκουμε ότι, για να είναι ο βαθμός ιοντισμού του οξέος στο τελικό διάλυμα ίσος με ένα τρίτο (ο μισός του αρχικού), πρέπει το διάλυμα αυτό να έχει συγκέντρωση 1,2 M (προσοχή: δεν γίνεται η προσέγγιση στον παρονομαστή). Βγαίνει $\omega=0,21$.

37. 1. Αρχικό διάλυμα:

pH=2 \Rightarrow $[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-2}$ M \Rightarrow στα 10 mL περιέχονται 10^{-4} mol H_3O^+

Αραιωμένο διάλυμα:

pH=3 \Rightarrow $[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-3}$ M \Rightarrow στα 100 mL περιέχονται 10^{-4} mol H_3O^+

Δηλαδή με την αραιώση ο αριθμός των mol των οξωνίων δεν μεταβλήθηκε.

Συμπέρασμα: Το HA είναι ισχυρό οξύ (αν ήταν ασθενές, με την αραιώση θα ιοντιζόταν περισσότερο).

Ακόμη, αφού το HA είναι ισχυρό οξύ, το Δ, για να έχει pH=2, έχει $c=0,01$ M.

2. Τελικά έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα 400 mL, που περιέχει 0,002 mol NH_4Cl και 0,002 mol NH_3 . Βγαίνει pH=9.

3. Στα 100 mL Δ περιέχονται 0,001 mol HA. Έστω προστίθενται x mol NaOH. Για να έχουμε pH=12, πρέπει να αντιδράσει όλο το HA και να περισσέψει NaOH. Άρα, το τελικό διάλυμα θα περιέχει $(x-0,001)$ mol NaOH και 0,001 mol NaA (που δεν επηρεάζει το pH). Για να έχει pH=12, βρίσκουμε $x=0,002$. Αυτά ζυγίζουν 0,08 g.

4. Τελικά έχουμε διάλυμα NH_4A 0,01 M. Βγαίνει pH=5,5.

5. 750 mL

38. 1. $K_a=10^{-5}$ και $\alpha=10^{-2}$

2. 1.800 mL

3. Το pH θα γίνει 2,5. Η συγκέντρωση πρέπει να γίνει 1 M. Βγαίνει 5,4 g.

4. Προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει 0,01 mol CH_3COOH και 0,01 mol CH_3COONa . Βγαίνει pH=5.

5. Τελικά έχουμε διάλυμα CH_3COOK 0,01 M. Βγαίνει pH=8,5.

6. Προκύπτει διάλυμα CH_3COONa 0,1 M και NaOH 0,1 M. Άσκηση κοινού ιόντος (OH^-). Βγαίνει pH=13.

7. α) Το διάλυμα του CH_3COONa , για να έχει $\text{pH}=9$, βγαίνει ότι έχει συγκέντρωση $0,1 \text{ M}$.

Μετά την ανάμιξη έχουμε ρυθμιστικό CH_3COOH $0,015 \text{ M}/\text{CH}_3\text{COONa}$ $0,015 \text{ M}$. Βγαίνει $\text{pH}=5$.

β) Στα $1,1 \text{ L}$ του ρυθμιστικού έχουμε $0,0165 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ και $0,0165 \text{ mol CH}_3\text{COONa}$. Έστω ότι προσθέτουμε $\omega \text{ mol NaOH}$. Θα αντιδράσει με το οξύ, άρα το νέο (ρυθμιστικό) διάλυμα θα περιέχει $(0,0165-\omega) \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ και $(0,0165+\omega) \text{ mol CH}_3\text{COONa}$. Αυτό το διάλυμα θέλουμε να έχει $\text{pH}=6$. Από τον τύπο των ρυθμιστικών βρίσκουμε $\omega=0,0135$.

39. 1. $\text{pH}=11$ και $\text{pH}=5$

2. Η νέα συγκέντρωση γίνεται $0,5 \text{ M}$ και το $\text{pH}=11,5$.

3. 450 mL

4. $\text{pH}=9$

5. $0,0025 \text{ mol}$

6. 20 mL

7. Έστω ότι προσθέτουμε $x \text{ L}$ διαλύματος NaOH , που περιέχουν $0,01x \text{ mol NaOH}$. Στα 30 mL του $\Delta 2$ περιέχονται $0,006 \text{ mol NH}_4\text{Cl}$. Οι δυο ουσίες θα αντιδράσουν μεταξύ τους. Θέλουμε τελικά να έχουμε $\text{pH}=9$. Αυτό δεν μας «φωτίζει» για το ποιο θα περισσέψει, οπότε έχουμε άσκηση διερεύνησης.

A. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $0,01x=0,006 \Rightarrow x=0,6$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου 630 mL , που θα περιέχει $0,006 \text{ mol NH}_3$ και $0,006 \text{ mol NaCl}$ (που δεν επηρεάζει το pH). Υπολογίζουμε την $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα αυτό και τη βρίσκουμε πολύ μεγαλύτερη από 10^{-5} M (δεν βγαίνει «καλός» αριθμός).

Συμπέρασμα: Αν τα NaOH και NH_4Cl αντιδρούσαν ακριβώς, το διάλυμα θα ήταν πολύ πιο βασικό απ' όσο θέλουμε.

Άρα: Για να έχουμε $\text{pH}=9$, πρέπει να περισσέψει η ουσία με τις όξινες ιδιότητες, το NH_4Cl .

B. Αφού λοιπόν πρέπει $0,01x < 0,006$, γράφουμε την αντίδραση και υπολογίζουμε ότι το τελικό διάλυμα, όγκου $(0,03+x) \text{ L}$, περιέχει $(0,006-0,01x) \text{ mol NH}_4\text{Cl}$, $0,01x \text{ mol NH}_3$ και $0,01x \text{ mol NaCl}$ (που δεν επηρεάζει το pH). Το διάλυμα αυτό είναι ρυθμιστικό και, αφού θέλουμε να έχει $\text{pH}=9$, βρίσκουμε από τον τύπο των ρυθμιστικών $x=0,2$.

40. 1. Οξυμετρία (μετράμε πόσο οξύ απαιτείται για την εξουδετέρωση της βάσης).

2. Για την εξουδετέρωση απαιτήθηκαν 200 mL του πρότυπου, που περιείχαν $0,02 \text{ mol HCl}$. Άρα και στα 20 mL που σγκομετρήθηκαν περιέχονταν $0,02 \text{ mol NaOH}$, οπότε στα 100 mL περιέχονταν $0,1 \text{ mol NaOH}$ ή 4 g . Αυτό ήταν το καθαρό NaOH στο δείγμα.

3. Το αρχικό ήταν διάλυμα NaOH 1 M , άρα $x=14$.

Στο ισοδύναμο σημείο έχουμε διάλυμα NaCl , άρα $\psi=7$.

4. $\omega=90$

41. 1. Ισχυρό. Αν ήταν ασθενές, η προσθήκη του NaA θα προκαλούσε μεταβολή στο pH (επίδραση κοινού ιόντος).

2. $0,01 \text{ M}$

3. Τα $\varphi \text{ L}$ του $\Delta 1$ εξουδετερώνονται με $10\varphi \text{ L}$ $\Delta 2$. Επειδή $n_{\text{HA}}=n_{\text{KOH}}$, προκύπτει $x\cdot\varphi=0,01\cdot 10\varphi$, απ' όπου $x=0,1$.

4. $\psi=1$ (αφού το HA ισχυρό)

5. α) Στα 200 mL του $\Delta 3$ περιέχονται $1,24 \text{ g CH}_3\text{NH}_2$, που είναι $0,04 \text{ mol}$. Άρα, στα $\varphi \text{ mL}$ του $\Delta 1$ πρέπει να περιέχονται επίσης $0,04 \text{ mol HA}$, οπότε προκύπτει $\varphi=400$.

β) Το αραιωμένο διάλυμα είναι διάλυμα $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{A}$ $0,05 \text{ M}$. Βγαίνει $\text{pH}=6$.

42. 1. • Στο $\Delta 1$ πριν την αραιώση: $\text{pH}=3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-3} \text{ M} \Rightarrow$ στα 10 mL περιέχονται $10^{-5} \text{ mol H}_3\text{O}^+$

Στο $\Delta 1$ μετά την αραιώση: $\text{pH}=3,5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-3,5} \text{ M} \Rightarrow$ στα 100 mL περιέχονται $10^{-4,5} \text{ mol H}_3\text{O}^+$

Δηλαδή με την αραιώση ο αριθμός των mol των οξονίων αυξήθηκε.

Συμπέρασμα: Το HA είναι ασθενές οξύ (με την αραιώση ιοντίζεται πιο πολύ).

• Στο Δ2 πριν την αραιώση:

$\text{pH}=3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-3} \text{ M} \Rightarrow$ στα 10 mL περιέχονται $10^{-5} \text{ mol H}_3\text{O}^+$

Στο Δ2 μετά την αραιώση:

$\text{pH}=4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-4} \text{ M} \Rightarrow$ στα 100 mL περιέχονται $10^{-5} \text{ mol H}_3\text{O}^+$

Δηλαδή με την αραιώση ο αριθμός των mol των οξονίων δεν μεταβλήθηκε.

Συμπέρασμα: Το HB είναι ισχυρό οξύ (αν ήταν ασθενές, με την αραιώση θα ιοντιζόταν περισσότερο).

2. α) Αφού το HB είναι ισχυρό, το Δ2, για να έχει $\text{pH}=3$, έχει $c=10^{-3} \text{ M}$. Άρα στα 200 mL του Δ2 περιέχονται 0,0002 mol HB. Τόσα θα είναι και τα mol του NaOH στα 20 mL του Δ3, οπότε το Δ3 έχει συγκέντρωση 0,01 M και $\text{pH}=12$.

β) Στα 2 L του Δ3 περιέχονται 0,02 mol NaOH. Τόσα θα είναι και τα mol του HA στα 200 mL του Δ1, οπότε το Δ1 έχει συγκέντρωση 0,1 M.

γ) Στο Δ1: $\text{pH}=3$ και $c=0,1 \text{ M}$, οπότε βρίσκουμε $K_a=10^{-5}$.

3. Προκύπτει ρυθμιστικό που περιέχει 0,05 mol HA και 0,05 mol NaA. Βγαίνει $\text{pH}=5$.

4. 9:2

5. Προκύπτει διάλυμα NaA 0,1 M, που έχει $\text{pH}=9$.

43. 1. $\text{pH}=2,5$

2. 1600 mL

3. Το διάλυμα που προκύπτει έχει συγκέντρωση 0,8 M και $[\text{H}_3\text{O}^+]=4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

4. Στα 600 mL του Δ περιέχονται 0,3 mol CH_3COOH . Θα αντιδράσει όλο το Ca (0,1 mol) με 0,2 mol CH_3COOH , θα παραχθούν 0,1 mol $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ και 0,1 mol H_2 , ενώ θα περισσέψουν 0,1 mol CH_3COOH . Έτσι:

α) Το H_2 που παράχθηκε είναι 0,1 mol, άρα στις STP έχει όγκο 2,24 L.

β) Το Δ1 είναι ρυθμιστικό διάλυμα, το οποίο περιέχει 0,1 mol CH_3COOH και

0,1 mol $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ (προσοχή: από τη διάσταση του οποίου προκύπτουν 0,2 mol CH_3COO^-). Από τον τύπο των ρυθμιστικών βγαίνει $\text{pH}=5$.

γ) Αφού το διάλυμα είναι ρυθμιστικό, το pH δεν θα μεταβληθεί.

5. Το Δ2 είναι διάλυμα $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ 0,1 M. Περιέχει τη βάση CH_3COO^- με συγκέντρωση 0,2 M. Βγαίνει $\text{pH}=9$.

44. 1. Αλκαλιμετρία (μετράμε πόση βάση απαιτείται για την εξουδετέρωση του οξέος).

2. Στα 90 mL του πρότυπου περιέχονται 0,01 mol KOH. Άρα στα 10 mL του διαλύματος του οξέος περιέχονται επίσης 0,01 mol HA, οπότε $c=1 \text{ M}$.

3. Αν το HA ήταν ισχυρό, το διάλυμά του θα είχε αρχικά $\text{pH}=0$ (αφού $c=1 \text{ M}$). Όμως, από την καμπύλη βλέπουμε ότι αρχικά είχε $\text{pH}=2$. Άρα είναι ασθενές, δεν ιοντίζεται πλήρως. Από το pH και την c βρίσκουμε $K_a=10^{-4}$.

4. Το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο περιέχει 0,01 mol NaA σε όγκο 100 mL (10+90). Άρα είναι διάλυμα NaA 0,1 M, που έχει $\text{pH}=8,5$ ($\omega=8,5$). Επομένως, ο κατάλληλος δείκτης είναι το μπλε της θυμόλης (το pH στο ισοδύναμο σημείο περιλαμβάνεται στη ζώνη αλλαγής του χρώματός του).

5. Θα βρίσκαμε πιο μικρή τιμή: Όπως είδαμε, το pH στο ισοδύναμο σημείο είναι 8,5. Σ' αυτήν την περιοχή αλλάζει χρώμα το μπλε της θυμόλης και έτσι αντιλαμβανόμαστε την πλήρη εξουδετέρωση όταν αυτή «πραγματικά» επέρχεται. Αν είχαμε χρησιμοποιήσει το κόκκινο του μεθυλίου, το διάλυμα θα άλλαζε χρώμα όταν το pH θα ήταν κάπου μεταξύ του 5 και του 6. Έτσι, θα σταματούσαμε την ογκομέτρηση πολύ πριν προστεθούν τα 90 mL του πρότυπου (που αντιστοιχούν στην «πραγματική» εξουδετέρωση) και θα υπολογίζαμε τη συγκέντρωση του HA πολύ μικρότερη από την «πραγματική».

6. $x=45$

45. 1. Άσκηση κοινού ιόντος (OH^-). Βρίσκουμε $x=0,1$ και $K_b=2 \cdot 10^{-5}$.

2. Βρίσκουμε ότι, για να γίνει ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 $\alpha'=10^{-4}$, η συγκέντρωση του NaOH πρέπει να γίνει $0,2$ M. Άρα $\omega=0,05$.

3. Η συγκέντρωση του NaOH γίνεται 1 M. Βρίσκουμε $\text{pH}=14$ και $\alpha=2 \cdot 10^{-5}$.

4. Το HCl εξουδετερώνει πλήρως και τις δύο βάσεις. Το $\Delta 1$ περιέχει NH_4Cl $0,2$ M και NaCl $0,02$ M (το οποίο δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος).

α) $\text{pH}=5$

β) $1/15$ mol NaOH

46. 1. Έστω x M η συγκέντρωση του HA και ψ M η συγκέντρωση του NaOH . Τα 30 mL δ. HA x M περιέχουν $0,03x$ mol HA και τα 40 mL δ. NaOH ψ M περιέχουν $0,04\psi$ mol NaOH .

Προφανώς: $3x=4\psi$ (1)

Όταν 30 mL δ. HA x M αναμιγνύονται με 20 mL δ. NaOH ψ M, μετά την ανάμιξη και την αντίδραση εξουδετέρωσης έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα που περιέχει $(0,03x-0,02\psi)$ mol HA και $0,02\psi$ mol NaA ή, λόγω της (1), $0,015x$ mol HA και $0,015x$ mol NaA . Από τον τύπο των ρυθμιστικών, εφόσον $\text{pH}=4$, βρίσκουμε $K_a=10^{-4}$ (το x απλοποιείται).

2. α) $\text{pH}=2,5$

β) $\varphi=900$

γ) Τελικά έχουμε διάλυμα NaA $0,01$ M. Βγαίνει $\text{pH}=8$.

3. Αρχικά $\alpha=10^{-2}$. Το HCl που προστίθεται θα έχει συγκέντρωση 5ω M. Έχουμε άσκηση κοινού ιόντος (H_3O^+). Βγαίνει $\omega=0,02$ και $\alpha'=10^{-3}$.

47. 1. $\text{pH}=11,5$, $\text{pH}=1$, $\text{pH}=9$, $\text{pH}=5$

2. 450 mL

3. $0,045$ mol

4. $\text{pH}=9$

5. $6:5$

6. Έστω ότι προσθέτουμε x L διαλύματος NaOH , που περιέχουν $0,01x$ mol NaOH . Στα 150 mL του $\Delta 4$ περιέχονται $0,03$ mol NH_4Cl . Οι δυο ουσίες θα αντιδράσουν μεταξύ τους. Θέλουμε τελικά να έχουμε $\text{pH}=9$. Αυτό δεν μας «φωτίζει» για το ποιο θα περισσέψει, οπότε έχουμε άσκηση διερεύνησης.

Α. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $0,01x=0,03 \Rightarrow x=3$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου $3,15$ L, που θα περιέχει $0,03$ mol NH_3 και $0,03$ mol NaCl (που δεν επηρεάζει το pH). Υπολογίζουμε την $[\text{OH}^-]$ στο διάλυμα αυτό και τη βρίσκουμε πολύ μεγαλύτερη από 10^{-5} M (δεν βγαίνει «καλός» αριθμός).

Συμπέρασμα: Αν τα NaOH και NH_4Cl αντιδρούσαν ακριβώς, το διάλυμα θα ήταν πολύ πιο βασικό απ' όσο θέλουμε. Άρα: Για να έχουμε $\text{pH}=9$, πρέπει να περισσέψει η ουσία με τις όξινες ιδιότητες, το NH_4Cl .

Β. Αφού λοιπόν πρέπει $0,01x < 0,03$, γράφουμε την αντίδραση και υπολογίζουμε ότι το τελικό διάλυμα, όγκου $(0,15+x)$ L, περιέχει $(0,03-0,01x)$ mol NH_4Cl , $0,01x$ mol NH_3 και $0,01x$ mol NaCl (που δεν επηρεάζει το pH). Το διάλυμα αυτό είναι ρυθμιστικό και, αφού θέλουμε να έχει $\text{pH}=9$, βρίσκουμε από τον τύπο των ρυθμιστικών $x=1$.

48. 1. Οξυμετρία (μετράμε πόσο οξύ απαιτείται για την εξουδετέρωση της βάσης).

3. Για την εξουδετέρωση απαιτήθηκαν 180 mL πρότυπου, τα οποία περιείχαν $0,02$ mol HCl . Άρα, το διάλυμα της Β περιείχε επίσης $0,02$ mol Β στα 20 mL, οπότε είχε συγκέντρωση 1 M.

3. Είναι ασθενής. Αν ήταν ισχυρή, το αρχικό διάλυμά της, αφού είχε συγκέντρωση 1 M, θα είχε $\text{pH}=14$. Όμως, από το σχήμα βλέπουμε ότι είχε $\text{pH}=11,5$.

Ακόμη, αφού το αρχικό διάλυμα είχε συγκέντρωση 1 M και $\text{pH}=11,5$, βρίσκουμε $K_b=10^{-5}$.

4. α) Το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο περιέχει $0,02$ mol του άλατος BHCl , σε όγκο $180+20=200$ mL. Άρα, είναι διάλυμα BHCl $0,1$ M. Βρίσκουμε $\text{pH}=x=5$.

Άρα ο κατάλληλος δείκτης είναι το κόκκινο του μεθυλίου (το pH στο ισοδύναμο σημείο περιλαμβάνεται στη ζώνη αλλαγής του χρώματός του).

β) Θα βρει πιο μικρή τιμή: Όπως είδαμε, το pH στο ισοδύναμο σημείο είναι 5. Σ' αυτήν την περιοχή αλλάζει χρώμα το κόκκινο του μεθυλίου και έτσι αντιλαμβανόμαστε την πλήρη εξουδετέρωση όταν αυτή «πραγματικά» επέρχεται. Αν είχαμε χρησιμοποιήσει το κόκκινο της φαινόλης, το διάλυμα θα άλλαζε χρώμα όταν το pH θα ήταν κάπου μεταξύ του 8 και του 6,5. Έτσι, θα σταματούσαμε την ογκομέτρηση πολύ πριν προστεθούν τα 180 mL του πρότυπου (που αντιστοιχούν στην «πραγματική» εξουδετέρωση) και θα υπολογίζαμε τη συγκέντρωση της Β πολύ μικρότερη από την «πραγματική».

5. $\psi=90$

49. 1. Έστω ότι τα 2,4 g HA είναι x mol. Η νέα συγκέντρωση γίνεται:

$$c_2 = \frac{0,01 + x}{0,1} \text{ M}$$

$$K_a = \alpha_1^2 c_1 = \alpha_2^2 c_2 \Rightarrow c_2 = 4c_1 \Rightarrow x = 0,03$$

Τελικά $M_r = 80$.

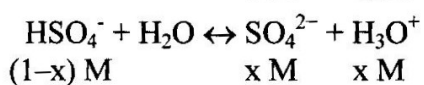
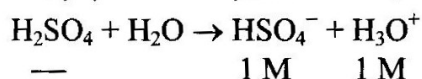
2. $K_a = 2 \cdot 10^{-6}$

3. Έστω ότι προσθέτουμε ψ mol NaA. Προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα. Για να έχει αυτό $\text{pH}=5$, πρέπει $\psi=0,02$. Είναι $M_r(\text{NaA})=102$ ($80-1+23$). Άρα τα 0,02 mol NaA ζυγίζουν 2,04 g.

4. Προκύπτει διάλυμα HA 0,05 M και HCl 0,2 M. Άσκηση κοινού ιόντος (οξόνια). Βρίσκουμε $\alpha=10^{-5}$.

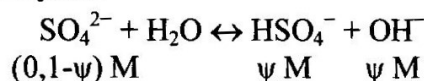
5. Προκύπτει διάλυμα NaA 0,02 M. Βρίσκουμε $\text{pH}=9$.

50. 1. Το Δ περιέχει 0,2 mol οξέος σε 200 mL, άρα έχει $c=1$ M. Γράφουμε τον πλήρη πρώτο ιοντισμό του H_2SO_4 και τον μερικό ιοντισμό του HSO_4^- :



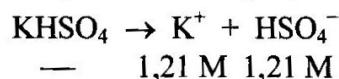
Από την K_a του δεύτερου ιοντισμού βρίσκουμε $x=0,01$ (Προσοχή: Έχουμε κοινά ιόντα H_3O^+ . Όπως επαληθεύουμε εκ των υστέρων, οι προσεγγίσεις είναι δεκτές). Άρα $[\text{H}_3\text{O}^+]=(1+0,01)$ M, δηλαδή περίπου 1 M, οπότε $\text{pH}=0$.

2. Τα 0,4 mol του NaOH αντιδρούν πλήρως με τα 0,2 mol του H_2SO_4 . Μετά την αντίδραση και την αραιώση έχουμε διάλυμα Na_2SO_4 0,1 M. Το άλας δίσταται πλήρως και το ιόν SO_4^{2-} (η συζυγής βάση του HSO_4^- , με $K_b=10^{-12}$) ιοντίζεται:

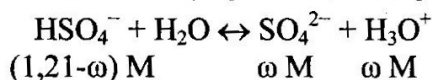


Από την K_b υπολογίζουμε το ψ . Τελικά $\text{pH}=7,5$.

3. Το διάλυμα έχει συγκέντρωση 1,21 M. Το άλας δίσταται πλήρως:



και το ασθενές οξύ HSO_4^- ιοντίζεται:



Από την K_a βρίσκουμε $\omega=0,11$ (η προσέγγιση οριακά δεκτή).

51. 1. Το Δ έχει συγκέντρωση 0,1 M. Βρίσκουμε $K_a=10^{-5}$ και $\alpha=0,01$.

2. Το Δ1 έχει συγκέντρωση 0,004 M. Από τα K_a και c βρίσκουμε ότι στο Δ1: $[\text{H}_3\text{O}^+]=2 \cdot 10^{-4}$ M. Άρα το Δ1 έχει pH μικρότερο από 4, οπότε θα αποκτήσει κόκκινο χρώμα.

3. Μετά την αντίδραση προκύπτει ρυθμιστικό, που περιέχει $(0,011-2x)$ mol CH_3COOH και x mol $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, από τη διάσταση του οποίου προκύπτουν $2x$ mol CH_3COO^- . Για να έχει το ρυθμιστικό αυτό $\text{pH}=4$, από τον τύπο βρίσκουμε $x=0,0005$.

4. Από το προηγούμενο ερώτημα, αφού αντικαταστήσουμε το x , γνωρίζουμε ότι το Δ2 περιέχει 0,01 mol CH_3COOH και 0,001 mol CH_3COO^- .

Έστω ότι προσθέτουμε φ mol NaOH, για να γίνει το pH ίσο με 5.

Το NaOH θα αντιδράσει πλήρως με το CH₃COOH. Το νέο διάλυμα, που θα είναι και αυτό ρυθμιστικό, θα περιέχει (0,01-φ) mol CH₃COOH και (0,001+φ) mol CH₃COO⁻. Για να έχει το ρυθμιστικό αυτό pH=5, από τον τύπο βρίσκουμε φ=0,0045.

52. 1. Ονομάζουμε x₁ M, x₂ M και x₃ M τις συγκεντρώσεις των Δ1, Δ2 και Δ3 και ψ M τη συγκέντρωση του διαλύματος NaOH.

Αφού 100 mL του Δ₁ εξουδετερώνονται με 10 mL της βάσης, ισχύει:

$$n_{\text{HA}} = n_{\text{NaOH}} \Rightarrow 0,1x_1 = 0,01\psi \Rightarrow x_1 = 0,1\psi.$$

Ομοίως βρίσκουμε x₂=1,6ψ & x₃=0,1ψ.

Οπότε:

- Τα Δ1 και Δ3 έχουν την ίδια συγκέντρωση (0,1ψ), αλλά το Δ3 είναι πιο όξινο (pH=3). Συμπέρασμα: Το ΗΓ είναι πιο ισχυρό οξύ από το ΗΑ.

- Το Δ2 έχει 16 φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση από το Δ3, αλλά τα δύο διαλύματα έχουν το ίδιο pH. Συμπέρασμα: Το ΗΓ είναι πιο ισχυρό οξύ από το ΗΒ.

- Άρα: Το ΗΓ είναι το πιο ισχυρό από τα τρία οξέα.

2. Φυσικά, αν κάποιο οξύ είναι ισχυρό, θα είναι το ΗΓ. Θα υπολογίσουμε την ποσότητα των οξωνίων στο διάλυμα πριν και μετά την αραιώση:

- Στο Δ3 πριν την αραιώση:

$$\text{pH}=3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{στα } 10 \text{ mL} \text{ περιέχονται } 10^{-5} \text{ mol H}_3\text{O}^+$$

Στο Δ3 μετά την αραιώση:

$$\text{pH}=5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow \text{στα } 1000 \text{ mL} \text{ περιέχονται } 10^{-5} \text{ mol H}_3\text{O}^+$$

Δηλαδή με την αραιώση ο αριθμός των mol των οξωνίων δεν μεταβλήθηκε.

Συμπέρασμα: Το ΗΓ είναι ισχυρό οξύ (αν ήταν ασθενές, με την αραιώση θα ιοντιζόταν περισσότερο).

3. Εφόσον το ΗΓ είναι ισχυρό, το Δ1, για να έχει pH=3, έχει συγκέντρωση 10⁻³ M. Άρα: x₁=10⁻³. Από τις σχέσεις που βρήκαμε στο 1^ο ερώτημα προκύπτει: ψ=10⁻², x₂=16·10⁻³ και x₃=10⁻³.

4. Το Δ1 έχει συγκέντρωση 10⁻³ M και pH=4. Βρίσκουμε για το ΗΑ: K_a=10⁻⁵ (οριακά δεκτή η προσέγγιση στον παρονομαστή). Το Δ2 έχει συγκέντρωση 0,016 M και pH=3. Βρίσκουμε για το ΗΒ: K_a=6,25·10⁻⁵. Άρα το ΗΒ είναι πιο ισχυρό.

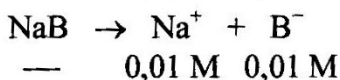
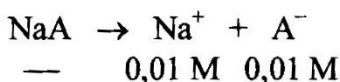
53. 1. Τα 4,6 g Na είναι 0,2 mol. Από την αντίδραση παράγονται 0,2 mol NaOH και 0,1 mol H₂. Από την καταστατική εξίσωση βρίσκουμε ότι αυτό το υδρογόνο έχει όγκο 1 L.

2. Αφού το Δ έχει pH=13, πρέπει να έχει συγκέντρωση 0,1 M. Άρα τα 0,2 mol NaOH περιέχονται σε 2 L διαλύματος (δηλαδή x=2).

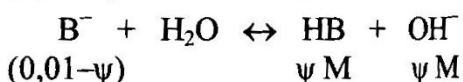
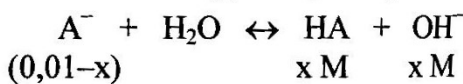
3. Αρχικά, από το pH και την K_a βρίσκουμε ότι το Δ1 έχει συγκέντρωση 0,1 M. Μετά την ανάμιξη των διαλυμάτων, την αντίδραση και την αραιώση προκύπτει το διάλυμα Δ2, που περιέχει NaOH 0,01 M και NaA 0,01 M. Άσκηση κοινού ιόντος (OH⁻). Βγαίνει pH=12 (καθορίζεται μόνο από την ισχυρή βάση).

4 Το ΗΒ εξουδετερώνει το NaOH και έτσι το Δ3 περιέχει NaA 0,01 M και NaB 0,01 M.

Τα άλατα δίστανται:



Οι δύο ασθενείς βάσεις ιοντίζονται:



Από τη σταθερά ιοντισμού της A⁻:

$$10^{-10} = \frac{x \cdot (x + \psi)}{0,01 - x} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{x \cdot (x + \psi)}{0,01}$$

Από τη σταθερά ιοντισμού της B⁻:

$$10^{-9} = \frac{\psi \cdot (x + \psi)}{0,01 - \psi} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{\psi \cdot (x + \psi)}{0,01}$$

Αν προσθέσουμε τις δύο προηγούμενες σχέσεις, παίρνουμε:

$$(x+\psi)^2 = 10^{-12} + 10^{-11} \Rightarrow$$

$$(x+\psi)^2 = 11 \cdot 10^{-12} \Rightarrow$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{11} \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

5. 13,5 L

54. 1. Το ρυθμιστικό θα περιέχει τελικά NH_3 και NH_4Cl . Οι τρεις τρόποι:

α) Αναμιγνύουμε x L του Β με ψ L του Ε. Για να έχουμε $\text{pH}=9$, βγαίνει $x=1$ και $\psi=2$.

β) Αναμιγνύουμε x L του Β με ψ L του Γ ($x>\psi$, ώστε να περισσεύει NH_3). Για να έχουμε $\text{pH}=9$, βγαίνει $x=1,8$ και $\psi=1,2$.

γ) Αναμιγνύουμε x L του Δ με ψ L του Ε ($x<\psi$, ώστε να περισσεύει NH_4Cl). Για να έχουμε $\text{pH}=9$, βγαίνει $x=0,75$ και $\psi=2,25$.

2. Μετά την ανάμιξη, την αντίδραση και την αραίωση έχουμε ρυθμιστικό CH_3COOH 0,015 M και CH_3COONa 0,015 M. Βγαίνει $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \cdot 10^{-5}$ M.

Άρα, το διάλυμα δεν έχει $\text{pH}=5$ και έχει περισσότερα οξόνια από όσα θα θέλαμε. Συνεπώς, πρέπει να προσθέσουμε NaOH . Βγαίνει ότι πρέπει να προσθέσουμε 0,005 mol NaOH (0,2 g).

55. 1. $\text{pH}=3,5$

2. Για να γίνει το $\text{pH}=3$, πρέπει $c=1$ M. Πρέπει να προσθέσουμε 0,45 mol HA. Τελικά $M_f=50$.

3. Μετά την ανάμιξη των διαλυμάτων και την αντίδραση που πραγματοποιείται έχουμε διάλυμα NaA 0,02 M. Βρίσκουμε $[\text{OH}^-] > 10^{-5}$ M, συνεπώς έχουμε $\text{pH}>9$. Άρα το Δ' θα είναι φούξια.

7. Έστω ότι προσθέτουμε x L διαλύματος HCl. Αυτά περιέχουν 0,02x mol HCl. Το Δ' περιέχει 0,02 mol NaA. Οι ουσίες θα αντιδράσουν μεταξύ τους. Θέλουμε τελικά να έχουμε $\text{pH}=9$. Αυτό δεν μας «φωτίζει» για το ποιο θα περισσεύει, οπότε έχουμε άσκηση διερεύνησης.

A. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $0,02x=0,02 \Rightarrow x=1$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου 2 L, που θα περιέχει 0,02 mol HA και 0,02 mol NaCl (αυτό δεν επηρεάζει το pH). Υπολογίζουμε την $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα αυτό και τη βρίσκουμε 10^{-4} M. Δηλαδή το διάλυμα που προκύπτει έχει πράγματι $\text{pH}=4$.

Τελειώσαμε: Από το διάλυμα του HCl πρέπει να προστεθεί 1 L.

56. 1. Στο Δ1 γράφουμε τον ιοντισμό της NH_3 και τελικά παίρνουμε (αφού $\text{pH}=11 \Rightarrow [\text{OH}^-]=10^{-3}$ M):

$$K_b(\text{NH}_3) = \frac{10^{-6}}{x}$$

Το Δ3 είναι διάλυμα NH_4Cl 0,1x M. Αν γράψουμε τη διάσταση του άλατος και τον ιοντισμό του NH_4^+ , τελικά θα πάροουμε ($\text{pH}=5,5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5,5}$ M):

$$K_a(\text{NH}_4^+) = \frac{10^{-11}}{0,1x}$$

Όμως για δύο συζυγή ισχύει $K_a \cdot K_b = K_w$. Με αντικατάσταση βρίσκουμε πρώτα $x=0,1$ και κατόπιν $K_b=10^{-5}$.

2. $\text{pH}=1$

3. 0,18 mol

4. 1.350 mL

5. Μετά την ανάμιξη και την αντίδραση έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα όγκου 600 mL, το οποίο περιέχει 0,05 mol NH_3 και 0,005 mol NH_4Cl . Βγαίνει $\text{pH}=10$.

6. 2:1

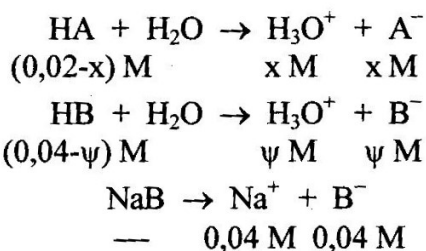
57. 1. Από τα δεδομένα στο Δ1 βρίσκουμε για το HA: $K_a=10^{-7}$

Από τα δεδομένα στο Δ3 βρίσκουμε για το HB: $K_a=10^{-4}$

Άρα το HB είναι πιο ισχυρό.

2. Μετά την ανάμιξη έχουμε διάλυμα που περιέχει HA 0,02 M, HB 0,04 M και NaB 0,04 M.

Στην ισορροπία:



Με αντικατάσταση στις σταθερές ιοντισμού των HA και HB (προσοχή στα κοινά ιόντα) παίρνουμε:

$$10^{-7} = \frac{(x + \psi) \cdot x}{0,02 - x}$$

$$10^{-4} = \frac{(x + \psi) \cdot (0,04 + \psi)}{0,04 - \psi}$$

Από τη δεύτερη σχέση, μετά τις προσεγγίσεις στον παρονομαστή και στη δεύτερη παρένθεση του αριθμητή, βρίσκουμε $x + \psi = 10^{-4}$, άρα $\text{pH} = 4$.

Αντικαθιστώντας το $(x + \psi)$ στην πρώτη σχέση, βρίσκουμε $x = 2 \cdot 10^{-5}$ και κατόπιν $\psi = 8 \cdot 10^{-5}$. Οπότε, οι βαθμοί ιοντισμού βγαίνουν 10^{-3} για το HA και $2 \cdot 10^{-3}$ για το HB.

3. $\text{pH} = 4$ και $\alpha = 2 \cdot 10^{-3}$

4. $\text{pH} = 4$ και $\alpha = 4 \cdot 10^{-3}$. Το pH δεν μεταβλήθηκε (ρυθμιστικό διάλυμα), αλλά με την αραιώση ο βαθμός ιοντισμού του HB στο διάλυμα αυξήθηκε.

58. 1. Από την εξουδετέρωση βρίσκουμε ότι το Δ1 έχει $c = 0,05 \text{ M}$.

Στο ισοδύναμο σημείο έχουμε διάλυμα CH_3COONa . Το διάλυμα αυτό είναι αλκαλικό, άρα στο ισοδύναμο σημείο το pH του διαλύματος είναι μεγαλύτερο του 7. Συμπέρασμα: Ο κατάλληλος δείκτης είναι ο ΗΛ, του οποίου η ζώνη αλλαγής χρώματος είναι μεταξύ 7 και 9.

2. $\text{pH} = 3$ και $\text{pH} = 13$.

3. Το Δ4 είναι δ. CH_3COONa $0,02 \text{ M}$. Βγαίνει $\text{pH} = 8,5$.

4. Στο πρώτο πρέπει να προστεθούν $4,950 \text{ mL}$, ενώ στο δεύτερο 450 mL . Το πρώτο είναι διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη, οπότε με την αραιώση αυξάνεται ο βαθμός ιοντισμού του και έτσι «αντιστέκεται» στη μεταβολή του pH.

5. Προκύπτει ρυθμιστικό CH_3COOH $0,008 \text{ M}$ / CH_3COONa $0,012 \text{ M}$. Βρίσκουμε $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

59. 1. Ονομάζουμε $x_1 \text{ M}$, $x_2 \text{ M}$ και $x_3 \text{ M}$ τις συγκεντρώσεις των Δ1, Δ2 και Δ3 και $\psi \text{ M}$ τη συγκέντρωση του διαλύματος HCl.

Αφού 20 mL του Δ1 εξουδετερώνονται με 20 mL της βάσης, ισχύει:

$$n_{\text{B1}} = n_{\text{HCl}} \Rightarrow 0,02x_1 = 0,02\psi \Rightarrow x_1 = \psi$$

Ομοίως βρίσκουμε $x_2 = 5\psi$ & $x_3 = \psi$.

Οπότε:

- Τα Δ1 και Δ3 έχουν την ίδια συγκέντρωση (ψ), αλλά το Δ3 είναι πιο βασικό ($\text{pH} = 11$). Συμπέρασμα: Η Β3 είναι πιο ισχυρή βάση από την Β1.

- Το Δ2 έχει 5 φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση από το Δ3, αλλά τα δύο διαλύματα έχουν το ίδιο pH. Συμπέρασμα: Η Β3 είναι πιο ισχυρή από την Β2.

- Άρα: Η Β3 είναι η πιο ισχυρή από τις τρεις βάσεις.

2. Αφού $x_1 = 10^{-3}$, βρίσκουμε $x_2 = 5 \cdot 10^{-3}$, $x_3 = 10^{-3}$ και $\psi = 10^{-3}$.

3. Το Δ3 έχει συγκέντρωση 10^{-3} M και $\text{pH} = 11$, δηλαδή $[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$. Συμπέρασμα: Η Β3 ιοντίζεται πλήρως, άρα είναι ισχυρή.

Στο Δ1 γνωρίζουμε τη συγκέντρωση και το pH, οπότε για την Β1: $K_b = 10^{-7}$

Στο Δ2 γνωρίζουμε τη συγκέντρωση και το pH, οπότε για Β2: $K_b = 2,5 \cdot 10^{-4}$ (προσοχή: δεν επιτρέπεται η προσέγγιση στον παρονομαστή).

4. Το αραιωμένο διάλυμα περιέχει το άλας Β1HCl, με συγκέντρωση 10^{-4} M . Βγαίνει $\text{pH} = 5,5$.

60. 1. Έστω ότι τα 9 g της Α είναι $x \text{ mol}$. Το ένα δέκατο του διαλύματος περιέχει $0,1x \text{ mol}$. Αυτά περιέχονται στα 200 mL του Δ1, άρα το Δ1 έχει συγκέντρωση $0,5x \text{ M}$.

α) Στα 50 mL του πρότυπου περιέχονταν $0,01 \text{ mol HCl}$. Τόσα mol αμίνης περιέχονταν και στα 100 mL που ογκομετρήθηκαν. Άρα το Δ1 έχει συγκέντρωση $0,1 \text{ M}$.

β) Από τα πιο πάνω: $0,5x=0,1 \Rightarrow x=0,2$
 Άρα, τα 0,2 mol της Α ζυγίζουν 9 g, οπότε η Α έχει σχετική μοριακή μάζα 45 και τύπο $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$.

γ) Το Δ1 έχει $c=0,1 \text{ M}$ και $\text{pH}=11$. Βρίσκουμε $K_b=10^{-5}$.

2. Το Δ3 είναι δ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Cl}$ 0,01 M. Βγαίνει $\text{pH}=5,5$.

3. Το Δ4 περιέχει $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 0,005 M και $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Cl}$ 0,005 M. Είναι ρυθμιστικό και βγαίνει $\text{pH}=9$.

4. Είναι ρυθμιστικό.

61. 1. Έστω $x \text{ M}$ η συγκέντρωση του HCOOH στο Δ και $\psi \text{ M}$ η συγκέντρωση του HCOONa .

Εξουδετερώνεται μόνο το HCOOH . Από τα δεδομένα βρίσκουμε $x=0,1$.

Οξειδώνονται και τα δύο. Από τα δεδομένα βρίσκουμε $\psi=0,1$.

Οπότε προκύπτει $\text{pH}=4$.

2. $\varphi=50$

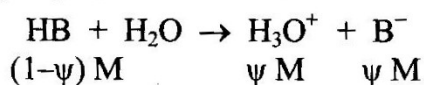
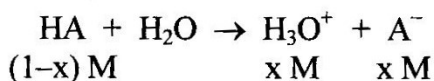
3. Μετά την προσθήκη του HCl στο Δ, προκύπτει ρυθμιστικό δ. HCOOH 0,11 M και HCOONa 0,09 M (περιέχει και NaCl , που δεν επηρεάζει το pH). Βρίσκουμε $[\text{H}_3\text{O}^+]=1,22 \cdot 10^{-4} \text{ M}$: Η νέα συγκέντρωση οξωνίων ούτε καν διπλάσια της αρχικής.

Μετά την προσθήκη του HCl στο Δ3, έχουμε διάλυμα HCOOH 0,02 M (περιέχει και NaCl , που δεν επηρεάζει το pH). Βρίσκουμε $[\text{H}_3\text{O}^+]=1,41 \cdot 10^{-3} \text{ M}$: Η νέα συγκέντρωση οξωνίων υπερδεκαπλάσια της αρχικής.

Αιτιολόγηση: Το ρυθμιστικό Δ3 ήταν πολύ πιο αραιό από το Δ, οπότε η ίδια ποσότητα HCl , ενώ δεν επηρέασε σοβαρά το Δ, «κατέστρεψε» το Δ3.

62. 1. Δ1: $\text{pH}=3,5$. Δ2: $\text{pH}=2,5$.

Το Δ3 περιέχει HA 1 M και HB 1 M:



Παίρνουμε τις σταθερές ιοντισμού:

$$10^{-5} = \frac{(x + \psi) \cdot x}{1 - x} \quad (1)$$

$$9 \cdot 10^{-5} = \frac{(x + \psi) \cdot \psi}{1 - \psi} \quad (2)$$

Μετά τις προσεγγίσεις στους παρονομαστές, η (1) δίνει $(x+\psi) \cdot x=10^{-5}$ και η (2) δίνει $(x+\psi) \cdot \psi=9 \cdot 10^{-5}$.

Αν προσθέσουμε κατά μέλη τις δύο τελευταίες σχέσεις, βγαίνει $(x+\psi)^2=10^{-4} \Rightarrow x+\psi=10^{-2} \Rightarrow \text{pH}=2$.

2. 0,005 mol

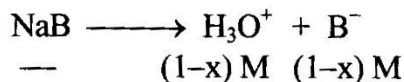
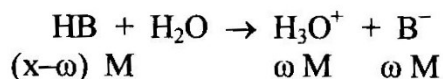
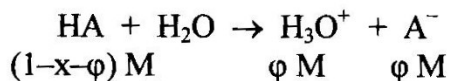
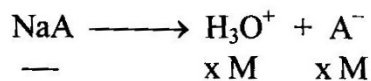
3. 4,5 L

4. Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει NaA 1 M και NaB 1 M. Εργαζόμαστε ακριβώς όπως στο διάλυμα Δ3, αλλά τώρα, αντί για δύο ασθενή οξέα, έχουμε δύο ασθενείς βάσεις, τις A^- και B^- . Βγαίνει $[\text{OH}^-]=3,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

5. Το 1 mol του NaOH εξουδετερώνει ένα μέρος του HA και ένα μέρος του HB . Αν υποθέσουμε ότι x mol NaOH εξουδετερώνουν x mol HA , τότε τα υπόλοιπα $(1-x)$ mol NaOH εξουδετερώνουν $(1-x)$ mol HB .

Έτσι, το τελικό διάλυμα περιέχει HA $(1-x) \text{ M}$, NaA $x \text{ M}$, HB $x \text{ M}$ και NaB $(1-x) \text{ M}$.

Κάνουμε τις διαστάσεις των αλάτων και τους ιοντισμούς των οξέων. Έστω ότι ιοντίζονται $\varphi \text{ M}$ του HA και $\omega \text{ M}$ του HB (πρόσεξε τα κοινά ιόντα):



Αντικαθιστάμε στις σταθερές ιοντισμού και κάνουμε τις γνωστές προσεγγίσεις:

$$10^{-5} = \frac{(\varphi + \omega) \cdot (x + \varphi)}{1 - x - \varphi} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10^{-5} = \frac{(\varphi + \omega) \cdot x}{1 - x} \quad (1)$$

και

$$9 \cdot 10^{-5} = \frac{(\varphi + \omega) \cdot (1 - x + \omega)}{x - \omega} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 9 \cdot 10^{-5} = \frac{(\varphi + \omega) \cdot (1 - x)}{x} \quad (2)$$

Αν διαιρέσουμε κατά μέλη τις (1) και (2), παίρνουμε:

$$\frac{1}{9} = \frac{x^2}{(1-x)^2} \Rightarrow x = 0,25$$

Αν αντικαταστήσουμε το x στην (1), βρίσκουμε: $\varphi + \omega = [\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

63. 1. $\text{A} \rightarrow \text{NH}_3$, $\text{B} \rightarrow \text{HCl}$,

$\text{Γ} \rightarrow \text{NaCl}$, $\text{Δ} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$, $\text{E} \rightarrow \text{NaOH}$

2. Στο Γ : Το pH δεν θα μεταβληθεί καθόλου (το διάλυμα ήταν ουδέτερο).

3. Το διάλυμα της NH_3 έχει $c=0,1 \text{ M}$ και $\text{pH}=11$, οπότε βρίσκουμε $K_b=10^{-5}$.

4. Θα υπολογίσουμε πρώτα με ποια αναλογία πρέπει να αναμιχθούν τα $\Delta 2$ και $\Delta 4$, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH}=10$.

Αν υποθέσουμε ότι αναμιγνύονται $x \text{ L}$ του $\Delta 2$ με $\psi \text{ L}$ του $\Delta 4$, βρίσκουμε ότι, για να έχουμε $\text{pH}=10$, πρέπει $x:\psi=10:1$. Θα παρασκευάσουμε τον μέγιστο όγκο ρυθμιστικού διαλύματος, αν χρησιμοποιήσουμε πλήρως τουλάχιστον το ένα από τα διαλύματα που διαθέτουμε. Με βάση την αναλογία που βρήκαμε, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όλο το $\Delta 2$ (2 L) και το ένα δέκατο του $\Delta 4$ (0,2 L). Έτσι, μπορούμε να παρασκευάσουμε το πολύ 2,2 L του ρυθμιστικού που θέλουμε.

5. Στο ισοδύναμο σημείο έχουμε διάλυμα NH_4Cl . Εφόσον γνωρίζουμε το pH του διαλύματος (5,5) και τη σταθερά ιοντισμού της NH_3 , βρίσκουμε ότι το διάλυμα αυτό έχει συγκέντρωση 0,01 M. Άρα, στα 200 mL περιέχονται 0,002 mol NH_4Cl . Αυτά προήλθαν από 0,002 mol NH_3 και 0,002 mol HCl .

α) Επομένως, το $\Delta 1$ που καταναλώθηκε περιείχε 0,002 mol HCl , άρα, αφού έχει συγκέντρωση 0,1 M, καταναλώθηκαν 20 mL αυτού.

β) Αφού καταναλώθηκαν 20 mL από το πρότυπο, το $\Delta 6$ είχε όγκο $200-20=180 \text{ mL}$. Άρα $\psi=180$.

Στα 180 mL του $\Delta 6$ βρήκαμε ότι περιέχονταν 0,002 mol NH_3 . Τα ίδια περιέχονταν και στα $x \text{ mL}$ του $\Delta 2$. Αφού το $\Delta 2$ έχει συγκέντρωση 0,1 M, τα 0,002 mol NH_3 περιέχονται σε 20 mL αυτού. Άρα $x=20$.

Συμπέρασμα: Το $\Delta 2$ αραιώθηκε με 160 mL νερού (180-20).

γ) Τη στιγμή εκείνη έχουμε διάλυμα όγκου 190 mL, που περιέχει 0,001 mol NH_3 και 0,001 mol NH_4Cl . Είναι ρυθμιστικό και έχει $\text{pH}=9$.

64. 1. Η σχέση $[\text{OH}^-]=10^9[\text{H}_3\text{O}^+]$ δίνει ότι τα $\Delta 1$ και $\Delta 2$ έχουν $\text{pH}=11,5$.

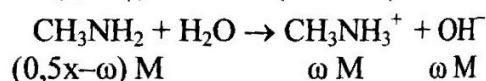
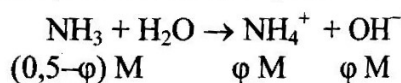
Από τη συγκέντρωση και το pH βρίσκουμε για την αμμωνία $K_b=10^{-5}$ και για την αμίνη $K_b=10^{-4}$.

2. 1 mol

3. 1800 mL

4. Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει NH_3 0,2 M και CH_3NH_2 0,08 M. Είναι διάλυμα δύο ασθενών βάσεων (κοινά ιόντα OH^-). Τη λύνουμε όπως το πρώτο ερώτημα της άσκησης 63 και βρίσκουμε $\text{pH}=11,5$.

5. Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει NH_3 0,5 M και CH_3NH_2 0,5x M:



Παίρνουμε τις σταθερές ιοντισμού:

$$10^{-5} = \frac{(\varphi + \omega) \cdot \varphi}{0,5 - \varphi} \quad (1)$$

$$10^{-4} = \frac{(\varphi + \omega) \cdot \omega}{0,5x - \omega} \quad (2)$$

Έχει δοθεί: $\varphi + \omega = [\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

Από την (1), μετά την προσέγγιση στον παρονομαστή, παίρνουμε $\varphi = 10^{-3}$.

Οπότε στη συνέχεια $\omega = 4 \cdot 10^{-3}$.

Τέλος, από την (2), μετά την προσέγγιση, βρίσκουμε $x = 0,4$.

65. I. Αν x M η συγκέντρωση του Δ1 και ψ M η συγκέντρωση του διαλύματος του HCl, στην πλήρη εξουδετέρωση ισχύει:

$$n_{B1} = n_{HCl} \Rightarrow 0,02x = 0,05\psi \quad (1)$$

Όταν στα 20 mL του Δ1 προστίθενται 25 mL του διαλύματος HCl, που περιέχουν $0,025\psi$ mol HCl, εξουδετερώνεται ακριβώς η μισή ποσότητα της βάσης και περισσεύει η υπόλοιπη μισή.

Έτσι, το διάλυμα που προκύπτει περιέχει $0,01x$ mol B1 και $0,01x$ mol του άλατος B1HCl. Είναι ρυθμιστικό και, αφού έχει $pH=10$, βρίσκουμε για την B1 $K_b=10^{-4}$ (το x απλοποιείται).

II. Έστω φ M η συγκέντρωση του Δ2.

α) Στα 30 mL του διαλύματος Δ2 περιέχονται $0,03\varphi$ mol B2.

• Όταν έχουν προστεθεί 10 mL πρότυπου, τα οποία περιέχουν 0,001 mol HCl, προκύπτει διάλυμα που περιέχει $(0,03\varphi - 0,001)$ mol B1 και 0,001 mol B1HCl. Είναι ρυθμιστικό και, αφού έχει $pH=10$, ισχύει:

$$10^{-4} = K_b \cdot \frac{0,03\varphi - 0,001}{0,001} \quad (1)$$

• Όταν έχουν προστεθεί 25 mL πρότυπου, τα οποία περιέχουν 0,0025 mol HCl, προκύπτει διάλυμα που περιέχει $(0,03\varphi - 0,0025)$ mol B1 και 0,0025 mol B1HCl. Είναι ρυθμιστικό και, αφού έχει $pH=9$, ισχύει:

$$10^{-5} = K_b \cdot \frac{0,03\varphi - 0,0025}{0,0025} \quad (2)$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις (1) και (2) και βρίσκουμε $\varphi = 0,1$.

Στη συνέχεια βρίσκουμε $K_b = 5 \cdot 10^{-5}$.

β) Από συγκέντρωση του Δ2 προκύπτει ότι στα 30 mL αυτού περιέχονται 0,003 mol B2. Αυτά απαιτούν 0,003 mol HCl

για εξουδετέρωση, που περιέχονται σε 30 mL του πρότυπου διαλύματος.

Άρα: Στο ισοδύναμο σημείο έχουμε διάλυμα όγκου 60 mL που περιέχει 0,003 mol του άλατος B1HCl, οπότε έχει συγκέντρωση 0,05 M και $pH=5,5$.

III. Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει B1 0,05 M και B2 0,1 M. Είναι διάλυμα δύο ασθενών βάσεων (κοινά ιόντα OH^-). Τη λύνουμε όπως το 4^ο ερώτημα της άσκησης 53 και βγαίνει $pH=11,5$.

66. 1. Για το CH_3COOH βρίσκουμε $K_a=10^{-5}$ και για το HF $K_a=10^{-4}$. Άρα ισχυρότερο είναι το HF.

2. Ο βαθμός ιοντισμού εξαρτάται και από τη συγκέντρωση του διαλύματος.

3. Στα 100 mL του Δ1 περιέχονται 0,01 mol CH_3COOH . Για την εξουδετέρωσή τους απαιτούνται 0,01 mol NaOH, που ζυγίζουν 0,4 g. Το Δ3 είναι διάλυμα CH_3COONa 0,1 M. Βγαίνει $pH=9$.

4. Στα 400 mL του Δ2 περιέχονται 0,4 mol HF. Για την εξουδετέρωσή τους απαιτούνται 0,4 mol KOH.

Το Δ4 είναι διάλυμα NaF 1 M.

Στο διάλυμα αυτό γράφουμε τον ιοντισμό της βάσης F^- και βρίσκουμε ότι $[OH^-] = 10^{-5} M \Rightarrow pH=9$.

Προσοχή τώρα:

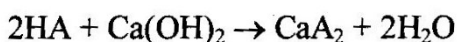
$$pH = 9 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-9} M$$

Από πού προέρχονται αυτά τα οξόνια στο διάλυμα;

Απάντηση: Από τον αυτοϊοντισμό του νερού. Όμως, από τον αυτοϊοντισμό αυτών προκύπτουν πάντοτε ισάριθμα ιόντα H_3O^+ και OH^- . Άρα η συγκέντρωση των υδροξειδίων που προέρχονται από το νερό είναι επίσης $[OH^-] = 10^{-9} M$ (τα ιόντα αυτά τα θεωρούμε αμελητέα και δεν τα λαμβάνουμε υπόψη μας όταν υπολογίζουμε το pH του διαλύματος).

5. Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει CH_3COONa 0,02 M και NaF 0,8 M. Είναι διάλυμα δύο ασθενών βάσεων (CH_3COO^- και F^-). Τη λύνουμε όπως το 4^ο ερώτημα της άσκησης 53 και βρίσκουμε $pH=9$.

- 67.** 1. $c = 0,1 \text{ M}$ και $K_a = 10^{-5}$
 2. 750 mL
 3. Μεγαλύτερο του 3. Ουσιαστικά το διάλυμα του HA αραιώθηκε (το KCl δεν επηρεάζει το pH).
 4. Στην πρώτη περίπτωση προκύπτει διάλυμα KA 0,1 M. Βγαίνει $\text{pH}=9$. Στη δεύτερη περίπτωση προκύπτει διάλυμα CaA_2 0,05 M. Βγαίνει $\text{pH}=9$. Τα δύο διαλύματα έχουν το ίδιο pH, διότι και τα δύο περιέχουν τη βάση A^- με συγκέντρωση 0,1 M.
 5. Στα 400 mL του Δ περιέχονται 0,04 mol HA. Έστω ότι πρέπει να προστεθούν x mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση:



Το HA πρέπει να περισσεύει, ώστε το pH να είναι 5. Έτσι, το Δ' θα περιέχει $(0,04 - 2x)$ mol HA και x mol CaA_2 . Είναι ρυθμιστικό, οπότε (ο όγκος απλοποιείται):

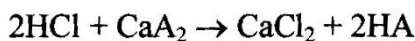
$$10^{-5} = 10^{-5} \cdot \frac{0,04 - 2x}{2x} \Rightarrow x = 0,01$$

Προσοχή στη συγκέντρωση του $[\text{A}^-]$.

6. Το Δ' έχει όγκο 400 mL και περιέχει 0,02 mol HA και 0,01 mol CaA_2 . Άρα στα 220 mL αυτού περιέχονται 0,0044 mol HA και 0,0022 mol CaA_2 .

Έστω ότι προσθέτουμε φ L διαλύματος HCl, που περιέχουν 0,1 φ mol HCl.

Με την προσθήκη θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση:



Θέλουμε τελικά $\text{pH}=4$. Αυτό δεν μας «φωτίζει» για το ποιο θα περισσεύει, οπότε έχουμε άσκηση διερεύνησης.

A. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $0,1\varphi = 0,0044 \Rightarrow \varphi = 0,044$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου 0,264 L, που θα περιέχει 0,0088 mol HA και 0,0022 mol CaCl_2 (που δεν επηρεάζει το pH). Υπολογίζουμε την $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα αυτό και τη βρί-

σκουμε πολύ μεγαλύτερη από 10^{-4} M (δεν βγαίνει «καλός» αριθμός).

Συμπέρασμα: Αν τα HCl και CaA_2 αντιδρούσαν ακριβώς, το διάλυμα θα ήταν πολύ πιο όξινο απ' όσο θέλουμε.

Άρα: Για να έχουμε $\text{pH}=4$, πρέπει να περισσέψει η ουσία με τις βασικές ιδιότητες, το CaA_2 .

B. Αφού λοιπόν πρέπει $0,1\varphi < 0,0044$, γράφουμε την αντίδραση και υπολογίζουμε ότι το τελικό διάλυμα, όγκου $(0,22 + \varphi)$ L, περιέχει $(0,0022 - 0,05\varphi)$ mol CaA_2 , $(0,0044 + 0,1\varphi)$ mol HA και $0,05\varphi$ mol CaCl_2 (που δεν επηρεάζει το pH). Το διάλυμα αυτό είναι ρυθμιστικό και, αφού θέλουμε να έχει $\text{pH}=4$, βρίσκουμε από τον τύπο $\varphi = 0,036$.

68. 1. Για την πλήρη εξουδετέρωση του HA απαιτήθηκαν 40 mL του πρότυπου. Όταν είχαν προστεθεί 20 mL του πρότυπου (ακριβώς τα μισά των 40 mL), το pH ήταν 4. Άρα $K_a = 10^{-4}$ (διάβασε τη λύση της άσκησης 66, το I).

2. Στο ισοδύναμο σημείο έχουμε 80 mL διαλύματος του άλατος NaA, με συγκέντρωση 0,1 M. Βρίσκουμε $\text{pH}=8,5$. Άρα, ο πιο κατάλληλος δείκτης είναι το μπλε της θυμόλης, που περιέχει το pH του ισοδύναμου σημείου μέσα στη ζώνη αλλαγής χρώματος.

3. Η μεταβολή είναι πολύ μικρή, διότι στην περιοχή αυτή το διάλυμα μέσα στη φιάλη είναι ένα ρυθμιστικό διάλυμα: Περιέχει HA και NaA με παραπλήσιες συγκεντρώσεις. Έτσι, η προσθήκη του NaOH του πρότυπου διαλύματος δεν επιφέρει μεγάλη μεταβολή στο pH.

69. 1. Αν χρησιμοποιηθούν x L του A, θα απαιτηθούν επίσης x L από το διάλυμα του HCl, αφού τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια συγκέντρωση. Έτσι, μετά την εξουδετέρωση έχουμε $2x$ L διαλύματος που περιέχει 0,2 x mol του άλατος B1HCl, άρα έχει συγκέντρωση 0,1 M. Από τη συγκέντρωση και το pH αυτού του διαλύματος βρίσκουμε για την B1: $K_b = 10^{-4}$.

2. Ο όγκος εκατονταπλασιάστηκε και το pH ελαττώθηκε δύο μονάδες. Συμπέρασμα: Η Β2 είναι ισχυρή βάση. Θα το δείξουμε:

Έστω ότι αραιώνονται φ L του Β, ώσπου ο όγκος να γίνει 100φ L.

Στο Β πριν την αραιώση:

$\text{pH}=12 \Rightarrow \text{pOH}=2 \Rightarrow [\text{OH}^-]=10^{-2} \text{ M} \Rightarrow$
στα φ L περιέχονται $\varphi \cdot 10^{-2} \text{ mol OH}^-$

Στο Β μετά την αραιώση:

$\text{pH}=10 \Rightarrow \text{pOH}=4 \Rightarrow [\text{OH}^-]=10^{-4} \text{ M} \Rightarrow$
στα 100φ L περιέχονται $\varphi \cdot 10^{-2} \text{ mol OH}^-$

Δηλαδή με την αραιώση ο αριθμός των mol των υδροξειδίων δεν μεταβλήθηκε. Συμπέρασμα: Η Β2 είναι ισχυρή βάση (αν ήταν ασθενής, με την αραιώση θα ιοντιζόταν περισσότερο).

3. Από τη συγκέντρωση και τον βαθμό ιοντισμού της NH_3 στο Γ, βρίσκουμε τη σταθερά ιοντισμού της: $K_b=10^{-5}$.

Μετά την προσθήκη του HCl και την εξουδετέρωση έχουμε διάλυμα NH_4Cl 0,1 M. Βρίσκουμε $\text{pH}=5$.

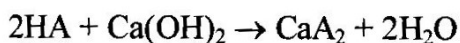
4. Η πιο ισχυρή είναι η Β2, που είναι ισχυρή. Η πιο ασθενής είναι η NH_3 , διότι έχει μικρότερη σταθερά ιοντισμού από την Β1.

5. 1600 mL

70. 1. Το HA είναι ισχυρό οξύ. Αν ήταν ασθενές, με την προσθήκη του άλατος NaA το pH του διαλύματός του θα άλλαζε (θα αυξανόταν), λόγω της επίδρασης των κοινών ιόντων A^- . Ακόμη, αφού είναι ισχυρό και το Δ1 έχει $\text{pH}=2$, προκύπτει ότι η συγκέντρωση του HA στο Δ1 είναι 0,01 M.

Αντιθέτως, το HB είναι ασθενές οξύ, αφού η προσθήκη του άλατος NaB επηρέασε το pH του διαλύματός του, δηλαδή επηρέασε τον ιοντισμό του (επίδραση κοινού ιόντος).

2. Όπως είδαμε, το Δ1 έχει συγκέντρωση 0,01 M. Άρα στα 2 L του περιέχονται 0,02 mol HA, που απαιτούν για εξουδετέρωση 0,01 mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



Αυτά περιέχονται σε 100 mL του διαλύματός της βάσης.

3. Εφόσον στα 400 mL περιέχονται 0,1 mol NaOH, στα 100 mL του Δ2 περιέχονται επίσης 0,1 mol HA. Άρα το Δ2 είχε $c=1 \text{ M}$. Είχε όμως και $\text{pH}=2$, οπότε υπολογίζουμε για το HB: $K_a=10^{-4}$.

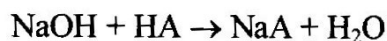
Το τελικό διάλυμα (όγκου 1 L) περιέχει 0,1 mol NaA. Βρίσκουμε $\text{pH}=8,5$.

4. Στο 1 L του Δ1 (HA ισχυρό) πρέπει να προστεθούν 9 L νερού.

Στο 1 L του Δ2 (HB ασθενές) πρέπει να προστεθούν 99 L νερού.

5. α) 0,1 mol NaOH, δηλαδή 4 g.

β) Στα 300 mL του Δ2 περιέχονται 0,3 mol HA. Έστω ότι προσθέτουμε x mol NaOH. Θα πραγματοποιηθεί αντίδραση εξουδετέρωσης:



Όμως, το ότι θέλουμε τελικά $\text{pH}=9$ δεν μας δείχνει τι περισσεύει: Εφόσον το άλας NaA έχει βασικές ιδιότητες, το τελικό διάλυμα θα μπορούσε να έχει pH ίσο με 9 ακόμη και αν περίσσευε HA. Έχουμε άσκηση διερεύνησης.

A. Εξετάζουμε την ειδική περίπτωση να αντιδρούν ακριβώς, δηλαδή να ισχύει $x=0,3$. Στην περίπτωση αυτή θα προκύψει διάλυμα όγκου 0,3 L, που θα περιέχει 0,3 mol NaA. Βρίσκουμε ότι το διάλυμα αυτό έχει $\text{pH}=9$.

Τελειώσαμε: Πρέπει να προστεθούν 0,3 mol NaOH, δηλαδή 12 g.

71. 1. Η A είναι αλκοόλη που δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, οπότε είναι η 2-προπανόλη. Άρα:

B: CH_3COONa , Γ: $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$,

Δ: CH_3COCH_3 , E: $\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$,

Z: $(\text{CH}_3)_2\text{CHMgCl}$,

Θ: 2,3-διμεθυλο-2-βουτανόλη.

4. Για την οξείδωση 0,5 mol της A απαιτούνται 0,2 mol KMnO_4 , που περιέχονται σε 2 L διαλύματος.

5. Η Λ είναι ή η 1-προπανόλη ή ο αιθυλομεθυλαιθέρας. Αν αντιδρά με νάτριο εκλύοντας υδρογόνο, είναι η αλκοόλη.